

③ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND

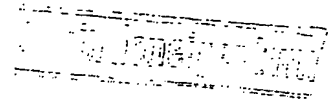


DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑪ **DE 3621080 A1**

⑤ Int. Cl. 4:
F02D 13/02
F 01 L 1/18
F 01 L 1/26

⑲ Aktenzeichen: P 36 21 080.3
⑳ Anmeldetag: 24. 6. 86
㉔ Offenlegungstag: 2. 1. 87



DE 3621080 A1

③ Unionspriorität: ③② ③③ ③①
24.06.85 JP P 60-137472 28.06.85 JP P 60-143100
22.07.85 JP P 60-162266

⑦① Anmelder:
Nissan Motor Co., Ltd., Yokohama, Kanagawa, JP

⑦④ Vertreter:
Grünecker, A., Dipl.-Ing.; Kinkeldey, H., Dipl.-Ing.
Dr.-Ing.; Stockmair, W., Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Ae.E. Cal
Tech; Schumann, K., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Jakob,
P., Dipl.-Ing.; Bezold, G., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;
Meister, W., Dipl.-Ing.; Hilgers, H., Dipl.-Ing.;
Meyer-Plath, H., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Kinkeldey, U.,
Dipl.-Biol. Dr.rer.nat.; Bott-Bodenhausen, M.,
Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 8000 München

⑦② Erfinder:
Matsumoto, Yasuo, Yokohama, JP; Hara, Seinosuke,
Yokusuka, JP; Ofuji, Hiromichi, Yokohama, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Ventilzeitsteuerungsvorrichtung für Verbrennungsmotoren mit mehreren Einlaßventilen pro Zylinder

Wenigstens eines der zwei Einlaßventile, welche pro Zylinder bei einem Verbrennungsmotor mit mehreren Zylindern vorgesehen sind, ist durch die Verwendung einer einstellbaren Ventilzeitsteuerungsvorrichtung betrieben. Diese Vorrichtung wird durch die Belastung und die Rotationsgeschwindigkeit des Motors in einer Art gesteuert, die das Anheben des Ventils bei geringen Motordrehzahlen verringert und diese schrittweise erhöht, wenn sich der Motor aus einer Betriebsweise in eine andere bewegt. In dem Fall, daß nur ein Ventil gesteuert ist, wird dieses Ventil dazu ausgewählt, das andere zu sein, als das, welches in dem Verbrennungsraum Wirbel hervorruft.

DE 3621080 A1

Patentansprüche

1. Verbrennungsmotor, gekennzeichnet durch Mittel zum Begrenzen eines Verbrennungsraumes (104);
 ein Abgasventil (106), das die Verbindung zwischen dem Verbrennungsraum und einem Abgassystem steuert;
 ein erstes Einlaßventil (101), das die Verbindung zwischen dem Verbrennungsraum und einem ersten Induktionsdurchlaß steuert, der so ausgebildet und angeordnet ist, daß die durch ihn in den Verwirbelungsraum strömende Luft so geführt wird, daß in diesem ein verwirbeltes Luftprofil erzeugt wird;
 ein zweites Einlaßventil (102), das die Verbindung zwischen dem Verbrennungsraum und einem zweiten Induktionsdurchlaß steuert, welcher derart ausgebildet und angeordnet ist, daß die darin in den Verbrennungsraum einfließende Luft derart eingeleitet wird, daß der Ladungswirkungsgrad verbessert ist;
 eine erste einstellbare Ventilzeitsteuerungsvorrichtung (116), welche den Ventilhub und den Zeitpunkt des zweiten Einlaßventils (102) steuert; und
 eine Steuereinrichtung zum Steuern der ersten einstellbaren Ventilzeitsteuerungsvorrichtung in Abhängigkeit eines ersten Motor-Betriebsparameters.
 2. Verbrennungsmotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung auf einen zweiten Betriebsparameter anspricht, wobei die ersten und zweiten Betriebsparameter die Drehzahl des Motors und die Belastung auf den Motor darstellen, und erste und zweite Meßfühler (202, 203) zum Erfassen der Größe der ersten und zweiten Betriebsparameter und zum Erzeugen von diesen angehenden Signalen aufweist.
 3. Verbrennungsmotor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine weitere, zweite einstellbare Ventilzeitsteuerungsvorrichtung vorgesehen ist, die den Ventilhub und den Zeitpunkt des ersten Einlaßventils (101) steuert, wobei diese zweite einstellbare Ventilzeitsteuerungsvorrichtung auf die Steuereinrichtung anspricht.
 4. Verbrennungsmotor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die erste einstellbare Ventilzeitsteuerungsvorrichtung umfaßt:
 einen ersten Kipphebel (128), dessen erstes Ende mit einem Stößel des zweiten Einlaßventils (102) im Eingriff steht;
 eine erste kontinuierlich drehbare Nocke (130), die mit dem zweiten Ende des ersten Kipphebels in Eingriff steht;
 einen ersten Reaktionshebel (124), der schwenkbar an einem Ende gelagert und zum Eingriff mit dem ersten Kipphebel derart angeordnet ist, daß, sobald eine Steuerkurve der ersten Nocke an dem zweiten Ende so angreift, daß dieses verschoben wird, sich der erste Kipphebel zu dem Reaktionshebel hinbewegt und auf diesen derart wirkt, daß dadurch ein Verschwenken des Kipphebels und Anheben des zweiten Einlaßventils bewirkt wird;
 eine erste Steuernocke (123), die wahlweise in eine Vielzahl von Positionen drehbar ist, wobei diese erste Steuernocke mit dem ersten Reaktionshebel an einer Stelle in Eingriff steht, die von dem einen Ende entfernt ist, an dem er schwenkbar gelagert ist; und

wobei die erste Steuernocke die Ausrichtung des ersten Reaktionshebels in einer Art ändert, die den Ventilhub des zweiten Ventils verändert.

5. Verbrennungsmotor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung aufweist:

einen Motor (150);

eine Steuerwelle (152), die mit dem Motor wirkungsmäßig verbunden ist, wobei die erste Steuernocke auf der Antriebswelle angeordnet und wirkungsmäßig mit dieser derart verbunden ist, daß sie von dieser antreibbar ist,

wenn der Motor erregt wird, wobei die wirkungsmäßige Verbindung umfaßt:

eine federnde Einrichtung (174), die eine begrenzte Drehbewegung zwischen der Steuerwelle und der ersten Steuernocke ermöglicht, wobei die begrenzte Drehbewegung eine Vorspannung bewirkt, die die erste Steuernocke zu ihrer nächsten Wirkstellung hin zu drehen trachtet; und

eine Totgang-Verbindung (176, 178), die kraftschlüssig die Steuerwelle und die erste Steuernocke verbindet, nachdem sich die Steuerwelle relativ zur Steuernocke um ein bestimmtes Maß gedreht hat.

6. Verbrennungsmotor nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung ferner umfaßt:

eine Einrichtung (Fig. 23), die ein Steuerschema (Fig. 24) beinhaltet, das in Abhängigkeit von den ersten und zweiten Betriebsparametern festgelegt und in eine Vielzahl von Betriebsbereichen unterteilt ist, wobei die Einrichtung anspricht auf:

(a) den Übergang des Verbrennungsmotorbetriebs von einem Betriebsbereich in einen anderen, wobei der Übergang durch ein Ansteigen der Größe von einem oder von beiden der ersten und zweiten Betriebsparameter hervorgerufen wird, so daß der Motor sofort derart erregt wird, daß die erste Steuernocke in einer Drehrichtung verdreht wird, die den Ventilhub des zweiten Einlaßventils erhöht; und

(b) einen Übergang von einem Betriebsbereich zu einem anderen, der durch eine Verminderung in der Größe von einem oder von beiden der ersten und zweiten Betriebsparameter derart hervorgerufen wird, daß die Erregung des Motors derart verzögert wird, daß die erste Steuernocke in einer Drehrichtung verdreht wird, die den Ventilhub des zweiten Einlaßventils verringert.

7. Verbrennungsmotor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite einstellbare Ventilzeitsteuerungsvorrichtung umfaßt:

einen zweiten Kipphebel (128), dessen erstes Ende mit einem Stößel des ersten Einlaßventils in Eingriff steht;

eine zweite kontinuierlich drehbare Nocke (130), die mit dem zweiten Ende des zweiten Kipphebels in Eingriff steht;

einen zweiten Reaktionshebel (124), der an einem Ende schwenkbar gelagert und zum Eingriff mit dem zweiten Kipphebel derart angeordnet ist, daß, sobald eine Steuerkurve dieser zweiten Nocke mit dem zweiten Ende des zweiten Kipphebels derart in Eingriff gelangt, daß dieses verschoben wird, sich der zweite Kipphebel zum zweiten Reaktionsarm hinbewegt und auf diesen derart einwirkt, daß der zweite Kipphebel geschwenkt und das erste Einlaß-

ventil angehoben wird;

eine zweite Steuernocke (122), die wahlweise in eine Vielzahl von Positionen drehbar ist, wobei die zweite Steuernocke mit dem zweiten Reaktionshebel an einer Stelle entfernt von dem einen Ende in Eingriff steht, an dem er schwenkbar gelagert ist; und wobei die zweite Steuernocke die Ausrichtung des zweiten Reaktionshebels in einer Art ändert, die den Ventilhub des ersten Einlaßventils verändert.

8. Verbrennungsmotor nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung aufweist:

einen Motor (150);

eine Steuerwelle (152), die wirkungsmäßig mit dem Motor verbunden ist, wobei die ersten und zweiten Steuernocken auf der Steuerwelle angeordnet und wirkungsmäßig mit dieser derart verbunden sind, daß sie durch diese antreibbar sind, wenn der Motor erregt wird, wobei die wirkungsmäßige Verbindung umfaßt:

eine federnde Einrichtung (174), die eine begrenzte Drehbewegung zwischen der Steuerwelle und jeder der ersten und zweiten Steuernocken ermöglicht, wobei die begrenzte Drehbewegung eine Vorspannung bewirkt, die die erste und zweite Steuernocke zu verdrehen trachtet und Totgangverbindungen (176,178), die die Steuerwelle und die ersten und zweiten Steuernocken kraftschlüssig verbinden, nachdem sich die Steuerwelle relativ zu diesen um ein vorbestimmtes Maß gedreht hat.

9. Verbrennungsmotor nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung ferner aufweist:

eine Einrichtung (Fig. 23), die ein Steuerschema (Fig. 24) beinhaltet, das in Abhängigkeit von den ersten und zweiten Betriebsparametern festgelegt und in eine Vielzahl von Betriebsbereichen unterteilt ist, wobei die Mittel ansprechen auf:

(a) einen Übergang des Verbrennungsmotor-Betriebs von einem Bereich in einen anderen, wobei der Übergang durch ein Ansteigen der Größe von einem oder von beiden der ersten und zweiten Betriebsparameter derart hervorgerufen wird, daß der Motor sofort derart erregt wird, daß die ersten und zweiten Steuernocken in eine Drehrichtung gedreht werden, die den Ventilhub der ersten und zweiten Einlaßventile vergrößert; und

(b) einen Übergang von einem Betriebsbereich in einen anderen, welcher durch eine Verminderung der Größe von einem oder von beiden der ersten und zweiten Betriebsparameter derart hervorgerufen ist, daß die Erregung des Motors derart verzögert wird, daß die ersten und zweiten Steuernocken in einer Drehrichtung verdreht werden, die den Ventilhub der zweiten und ersten Einlaßventile verringert.

10. Verbrennungsmotor nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten und zweiten Steuernocken so angeordnet sind, daß die erste Steuernocke den Maximalhub des zweiten Einlaßventils zu einem Zeitpunkt bewirkt, der später als der Zeitpunkt ist, bei dem die zweite Steuernocke den Maximalhub des ersten Einlaßventils bewirkt.

11. Verfahren zum Steuern eines Verbrennungsmotors, gekennzeichnet durch die Schritte:
Steuern der Verbindung zwischen einem Verbren-

nungsraum (104) des Verbrennungsmotors und einem Abgassystem mit Hilfe eines Abgasventils (106);

Verwendung eines ersten Einlaßventils (101) zum Steuern der Verbindung zwischen dem Verbrennungsraum (104) und einem ersten Einlaßkanal; Anordnen des ersten Einlaßkanals zur Führung der Luft, die durch ihn in den Verbrennungsraum (104) strömt, derart, daß in ihm ein verwirbeltes Luftprofil hervorgerufen wird;

Verwendung eines zweiten Einlaßventils (102), zum Steuern der Verbindung zwischen dem Verbrennungsraum (104) und einem zweiten Einlaßkanal; Anordnen des zweiten Einlaßkanals zur Führung der in den Verbrennungsraum einströmenden Luft derart, daß dadurch der Ladungswirkungsgrad verbessert wird;

Steuern des zweiten Einlaßventils durch Verwendung einer ersten einstellbaren Ventilzeitsteuervorrichtung, die den Ventilhub und den Zeitpunkt des zweiten Einlaßventils (102) steuert; und Verwendung einer Steuereinrichtung zum Steuern der ersten einstellbaren Ventilzeitsteuervorrichtung in Übereinstimmung mit einem ersten Betriebsparameter des Verbrennungsmotors.

12. Verfahren nach Anspruch 11, gekennzeichnet durch die weiteren Schritte:

Verwendung eines ersten und zweiten Meßfühlers (202, 203) zum Ermitteln der Größe des ersten und eines zweiten Betriebsparameters; und

Bestimmen der ersten und zweiten Betriebsparameter als die Drehzahl des Verbrennungsmotors und die Belastung des Verbrennungsmotors.

13. Verfahren nach Anspruch 12, gekennzeichnet durch die weiteren Schritte:

Steuern der ersten einstellbaren Ventilzeitsteuervorrichtung durch Verwendung eines Steuerschemas, das in Abhängigkeit von den ersten und zweiten Betriebsparametern festgelegt und in eine Vielzahl von Betriebsbereichen unterteilt ist;

Steuerung des Betriebes eines Motors, welcher eine erste Steuernocke der ersten einstellbaren Ventilzeitsteuervorrichtung in Abhängigkeit von einem Übergang der Verbrennungsmotorbelastung von einem Bereich in einen anderen steuert, wobei der Übergang durch ein Ansteigen der Größe von einer oder von beiden der ersten und zweiten Betriebsparameter hervorgerufen wird, so daß der Motor sofort derart erregt wird, daß die erste Steuernocke in eine Drehrichtung verdreht wird, die den Ventilhub des zweiten Einlaßventils vergrößert; und

Steuerung des Betriebes des Motors im Ansprechen auf einen Übergang von einem Betriebsbereich in einen anderen, der durch eine Verminderung der Größe von einer oder von beiden der ersten und zweiten Betriebsparameter hervorgerufen wird, so daß die Erregung des Motors so verzögert wird, daß die erste Steuernocke in einer Drehrichtung verdreht wird, die den Ventilhub des zweiten Einlaßventils verringert.

14. Verfahren nach Anspruch 12, gekennzeichnet durch den weiteren Schritt:

Verwendung einer zweiten einstellbaren Ventilzeitsteuervorrichtung zum Steuern des Ventilhubes und des Zeitpunkts des ersten Einlaßventils (101), wobei die zweite einstellbare Ventilzeitsteuervorrichtung auf die Steuereinrichtung an-

spricht.

15. Verfahren nach Anspruch 14, gekennzeichnet durch die weiteren Schritte:

Steuerung der ersten und zweiten einstellbaren Ventilzeitsteuerungsvorrichtung durch die Verwendung eines Steuerschemas, das in Abhängigkeit von den ersten und zweiten Betriebsparametern festgelegt wird und in eine Vielzahl von Betriebsbereichen unterteilt ist,

Steuerung des Betriebs eines Motors, der die erste und zweite Steuernocke der ersten und zweiten einstellbaren Ventilzeitsteuerungsvorrichtungen im Ansprechen auf einen Übergang des Verbrennungsmotorbetriebes von einem Bereich in einen anderen steuert, wobei der Übergang durch ein Ansteigen der Größe von einem oder von beiden der ersten und zweiten Betriebsparameter hervorgerufen wird, um den Motor schnell derart zu erregen, daß die ersten und zweiten Steuernocken in einer Drehrichtung verdreht werden, die den Ventilhub der zweiten und ersten Einlaßventile vergrößert, und

Steuerung des Betriebes des Motors im Ansprechen auf einen Übergang von einem Betriebsbereich in einen anderen, welcher durch eine Verminderung der Größe von einem oder von beiden der ersten und zweiten Betriebsparameter hervorgerufen wird, um die Erregung des Motors so zu verzögern, daß die ersten und zweiten Steuernocken in einer Drehrichtung verdreht werden, die den Ventilhub der zweiten und ersten Einlaßventile vermindert.

16. Verfahren nach Anspruch 14, gekennzeichnet durch den weiteren Schritt

Anordnen der ersten und zweiten einstellbaren Ventilzeitsteuerungsvorrichtung derart, daß der Maximalhub des zweiten Einlaßventils zu einem Zeitpunkt später als derjenige des ersten Einlaßventils (101) auftritt.

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich im allgemeinen auf einen Verbrennungsmotor und speziell auf einen Verbrennungsmotor mit mehreren Zylindern, der mehr als ein Einlaßventil pro Verbrennungsraum aufweist und der mit einer einstellbaren Ventilzeitsteuerungsvorrichtung ausgestattet ist, die wenigstens eines der Einlaßventile steuert.

Fig. 1–5 zeigen einen in dem japanischen Patent (1. Durchsicht) Nr. 58-25 537 (1983) veröffentlichten Verbrennungsmotor, der mit einem zweifachen Induktionssystem und zwei Einlaßventilen pro Verbrennungsraum ausgestattet ist.

Dieser Motor ist so aufgebaut, daß die durch das erste oder Haupt-Induktionssystem 1 induzierte Charge derart in jeden Zylinder durch ein erstes oder Haupt-Einlaßventil 2 gelangt, daß dadurch ein verwirbeltes Strömungsprofil in dem Verbrennungsraum begünstigt wird. Das Haupt-Induktionssystem 1 ist dazu bestimmt, wirkungsvoll während eines Belastungsbereiches mit niedriger Motordrehzahl zu arbeiten (s. Kurve A in Fig. 5). Dadurch wird ein stabiler Betrieb während des Leerlaufs und dgl. erzielt.

Die frische, durch die Zweit-Induktionseinrichtung 4 induzierte Charge wird in die Verbrennungsräume über Zweit-Einlaßventile 6 eingeleitet. Die jeder der Zweit-Einlaßventilen 6 benachbarten Öffnungsanordnungen 8

haben einen größeren Querschnitt als jene, die den entsprechenden Haupt-Einlaßventilen 2 benachbart sind und sind so angeordnet, daß sie eher einen guten Füllungswirkungsgrad als eine Verwirbelung erzielen.

Jeder Zylinder ist mit einem einzigen Abgasventil 10 ausgestattet, das, wie in Fig. 1 gezeigt, entgegengesetzt zum Haupt-Einlaßventil 2 angeordnet ist.

Jedes der Abgas- und Einlaßventile wird durch eine Steuerhebel-Anordnung betätigt, die einen Mechanismus 12 beinhaltet, der es erlaubt, jedes Ventil einzeln zu betätigen oder nicht zu betätigen.

Bei einem Betrieb mit niedriger Belastung/niedriger Geschwindigkeit sind alle Ventile außer Betrieb gesetzt, während bei hoher Belastung/niedriger Geschwindigkeit nur die Zweit-Einlaßventile 2 außer Betrieb gesetzt werden.

Fig. 3 und 4 zeigen den Ventilhebelsteuermechanismus 12, welcher ein ausgewähltes Abschalten steuert.

Dieser Mechanismus beinhaltet eine gabelartige Sperreinrichtung 14, die unter dem Einfluß eines hydraulischen Druckes, versehen mit einer Steuerkammer 16, selektiv bewegbar ist. Wenn es gewünscht ist, das damit verbundene Ventil abzuschalten, wird der hydraulische Druck in der Steuerkammer 16 entspannt, und der Sperreinrichtung 14 ist es ermöglicht, sich unter dem Einfluß einer Rückzugsfeder 20 von dem Ventilstoßel 18 zurückzubewegen. Diese Rückzugsbewegung entriegelt eine Stoßelanordnung 18 und erlaubt einem Kolben 22, sich im Hauptteil 24 der Anordnung hin- und herzubewegen und verhindert dadurch ein Übertragen der Bewegung des Steuerarms 26 zum benachbarten Ventil. Die Feder 20 der Stoßelanordnung ist schwächer als die Ventillfeder und hält so Kontakt mit der Spitze des Kolbens 22 und dem Oberteil des Ventilstoßels, ohne ein Heben hervorzurufen.

Wenn es gewünscht ist, das stillgesetzte Ventil wieder zu öffnen, wird der hydraulische Druck in die Steuerkammer 16 durch eine Durchlaßanordnung gefördert, die eine verlängerte koaxiale Bohrung 28 beinhaltet, die in dem Steuerhebelschaft 30 und einem Abzweigläufer 32 ausgebildet ist, welche sowieso in den Steuerhebeln vorhanden sind. Das verfährt die Sperre nach vorwärts in eine Stellung, in welcher sie den Stoßel in Position im Hauptteil 24 verriegelt.

Benzin wird zum Motor ausschließlich durch das Haupt-Induktionssystem 1 gefördert. Es ist jedoch nötig, wegen der An/Aus-Stellung der Steuerung, die mit dem Betätigen/Ausschalten der Ventile im Zusammenhang steht, zur vernünftigen Steuerung des L/B(A/F)-Verhältnisses des Luft-Benzingemisches, das jeweils den Verbrennungsräumen zugeführt wird, erste und zweite Benzineinspritzdüsen 34, 35 in der SPI (Einzelpunkteinspritzung)-Anordnung zu verwenden, die stromaufwärts von dem Haupt-Drosselventil 36 angeordnet ist. Zum Anschalten oder Ausschalten der Zweit-Anlaßventile 6 wird z.B. der plötzliche Wechsel im Induktionsvolumen durch einen beginnenden oder beendeten Betrieb von einer der Benzineinspritzdüsen gesteuert. Daraus läßt sich jedoch der Rückschluß ziehen, daß das Benzinzuführsystem unübersichtlich und teuer wird.

Bei dieser Art einer Motoranordnung ist das Haupt-Induktionssystem 1 dazu bestimmt, wirksam bei niedrigen Motordrehzahlen zu arbeiten, wobei die Verbrennungsstabilität ein Problem darstellt, während das Zweitsystem 4 dazu bestimmt ist, die Schaffung einer großen Leistungsmenge während des Hochgeschwindigkeitsbetriebes zu steuern. Wenn das Zweit-System 4

nicht vornehmlich für den Gebrauch bei hoher Motordrehzahl bestimmt ist, wird es unmöglich, die erforderliche Leistungsmenge unter solchen Bedingungen zu entwickeln.

Da jedoch das Haupt-Induktionssystem 1 an die Bedürfnisse bei einem Betrieb mit niedriger Drehzahl und das zweite an die Bedürfnisse bei einem Betrieb mit hoher Motordrehzahl angepaßt werden müssen, ist ein weiterer Rückschluß zu ziehen, indem wie grafisch in Fig. 5 dargestellt, beim Übergang von einem Betrieb mit niedriger auf einen mit hoher Drehzahl ein "abgeflachter Bereich" erzeugt wird, in dem im 2500–4000 UPM-Gebiet ein niedriger Drehmomentenverlauf erzielt wird. Das verschlechtert die Motorleistung in diesem Bereich.

Es ist ein Merkmal der vorliegenden Erfindung, eine Ventilsteuerungsvorrichtung vorzusehen, die den oben-erwähnten "abgeflachten Bereich" im Motordrehmomentenverlauf während der Übergänge zwischen dem Betrieb von niedrigen und hohen Drehzahlen verhindert durch ein ausgewähltes Verändern des Hebens und der zeitlichen Steuerung von einem oder mehreren der Vielzahl von Einlaßventilen, die pro Zylinder vorhanden sind.

In aller Kürze wird das obige Merkmal durch eine Anordnung erzielt, in der wenigstens ein der zwei Einlaßventile, die pro Zylinder bei einem Verbrennungsmotor mit mehreren Zylindern vorgesehen sind, mit Hilfe einer variablen Ventilzeitsteuerungsvorrichtung betrieben ist. Diese Anordnung wird in Abhängigkeit von der Belastung und der Rotationsgeschwindigkeit des Motors in einer Art gesteuert, die das Heben des Ventils bei geringen Motordrehzahlen reduziert und diese schrittweise erhöht, wenn sich der Motor von einer Betriebsart in die andere bewegt. Für den Fall, daß nur ein Ventil gesteuert wird, ist dieses Ventil dazu ausgewählt, das andere zu sein, als das, welches einen Wirbel in dem Verbrennungsraum hervorruft.

Ein erster Aspekt der Erfindung hat im speziellen die Gestalt eines Verbrennungsmotors, der charakterisiert ist durch: einen Verbrennungsraum; ein Abgasventil, das die Verbindung zwischen dem Verbrennungsraum und einem Abgassystem steuert; einem ersten Einlaßventil, das die Verbindung zwischen dem Verbrennungsraum und einem ersten Induktionsdurchlaß steuert, der so konstruiert und angeordnet ist, daß die Luft, welche dadurch in die Verbrennungskammer einfließt, so geführt wird, daß darin ein verwirbeltes Luftprofil entsteht; ein zweites Einlaßventil, das die Verbindung zwischen dem Verbrennungsraum und einem zweiten Induktionsdurchlaß steuert, der so ausgebildet und angeordnet ist, daß die in den Verbrennungsraum einströmende Luft derart eingeführt wird, daß der Beschickungswirkungsgrad verbessert ist; eine einstellbare Ventilzeitsteuerungsvorrichtung, die das Heben und die Zeitsteuerung des zweiten Einlaßventils steuert; und eine Kontrolleinrichtung zum Steuern der ersten einstellbaren Ventilzeitsteuerungsvorrichtung in Abhängigkeit von der Motorbelastung.

Ein zweiter Aspekt der Erfindung erweist sich als Verfahren zur Steuerung eines Verbrennungsmotors, das bestimmt ist durch die Schritte: Steuern der Verbindung zwischen einem Motorverbrennungsraum und einem Abgassystem mittels eines Abgasventils; die Anwendung eines ersten Einlaßventils zur Steuerung der Verbindung zwischen dem Verbrennungsraum und einem ersten Induktionsdurchlaß; Anordnen des ersten Induktionsdurchlasses zum Führen der Luft, die

dadurch in den Verbrennungsraum derart einströmt, daß darin ein verwirbeltes Luftprofil erhalten wird; Verwendung eines zweiten Einlaßventils zum Steuern der Verbindung zwischen dem Verbrennungsraum und einem zweiten Induktionsdurchlaß; Anordnen des zweiten Induktionsdurchlasses zum Einführen der derart in den Verbrennungsraum einfließenden Luft, daß der Beschickungswirkungsgrad verbessert ist; Steuern des zweiten Einlaßventils mittels einer ersten einstellbaren Ventilzeitsteuerungsvorrichtung, die das Heben und die Zeitsteuerung des zweiten Einlaßventils steuert; und Verwendung einer Steuervorrichtung zum Steuern der ersten einstellbaren Ventilzeitsteuerungsvorrichtung in Abhängigkeit von einem ersten Belastungsparameter des Motors.

Ein weiterer bemerkenswerter Gesichtspunkt der Erfindung liegt in der Steuerung der ersten einstellbaren Ventilzeitsteuerungsvorrichtung durch die Verwendung eines Steuerungsablaufs, der in Abhängigkeit von den ersten und zweiten Motor-Betriebsparametern bestimmt ist und der in eine Vielzahl von Belastungszonen unterteilt ist, die die Motorbelastung überwachen und eine erste Steuerkurve der ersten einstellbaren Ventilzeitsteuerungsvorrichtung steuern in Abhängigkeit vom Übergang der Motorbelastung von einer Zone in eine andere, der ausgelöst ist durch ein Ansteigen in der Größe von einem oder beiden der ersten und zweiten Parameter, so daß der Motor umgehend in einer Art betrieben wird, die die erste Steuerkurve in einer Rotationsrichtung dreht, die das Anheben des zweiten Einlaßventils vergrößert, und in der Steuerung der Motorbelastung in Abhängigkeit von dem Übergang zwischen einer Belastungszone zu einer anderen, der durch eine Verringerung der Größe des ersten oder beider der ersten und zweiten Parameter hervorgerufen wird, um die Energiezufuhr zum Motor in einer Art zu verzögern, die die erste Steuerkurve in einer Rotationsrichtung verdreht, die das Anheben des zweiten Einlaßventils vermindert.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Draufsicht des Motors, wie sie bereits in den einleitenden Absätzen der vorliegenden Offenbarung erläutert wurde;

Fig. 2 eine Ansicht (teilweise im Schnitt) Motors von Fig. 1;

Fig. 3 u. 4 eine Seitenansicht und Draufsicht der Ventilsteuerungsvorrichtung, durch die der Betrieb jedes Ventils des Motors, gezeigt in Fig. 1, selektiv abgeschaltet werden kann;

Fig. 5 eine Kurve in Abhängigkeit vom Motordrehmoment und der Motordrehzahl mit dem Drehmomentenverlauf des Motors aus Fig. 1;

Fig. 6 einen Schnitt durch eine Ventilsteuerungsvorrichtung, die die vorliegende Erfindung charakterisiert;

Fig. 7 eine Draufsicht auf den Mechanismus gezeigt in Fig. 6;

Fig. 8 eine Draufsicht auf den unteren Teil des Zylinderkopfes gezeigt in Fig. 6 mit der Ventilvorrichtung des Motors, auf die sich die Erfindung bezieht;

Fig. 9 eine teilweise auseinandergezogene Darstellung, die im Detail die Konstruktion der Nockenordnung zeigt, welche die Zeitsteuerung und das Heben der Einlaßventile bei der vorliegenden Erfindung steuert;

Fig. 10 eine perspektivische Ansicht der Steuernockenordnung gezeigt in Fig. 9;

Fig. 11 eine perspektivische Ansicht einer Welle, auf

der die Steuerhebel der verstellbaren Ventilzeitsteuervorrichtung gezeigt in Fig. 6 befestigt werden;

Fig. 12 u. 13 die Profile der Steuernocken, die dazu bestimmt sind, das Anheben der Haupt- und Zweiteinlaßventile gemäß der Erfindung zu verändern;

Fig. 14 eine alternative Steuerhebelanordnung, die dazu benutzt werden kann, das Abgasventil zu betreiben (oder das Haupt-Einlaßventil im Fall, daß das letztere nicht dazu bestimmt ist, das variable Anheben/Zeitsteuern durchzuführen);

Fig. 15 ein Schaubild mit dem Hebeverlauf des Abgasventils, des Haupt-Einlaßventils und des zweiten Einlaßventils gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 16 ein Schaubild, das in Abhängigkeit vom Motordrehmoment und von der Motordrehzahl den Drehmomentenverlauf darstellt, wie er von der ersten Ausführungsform der Erfindung erzielt wird;

Fig. 17 – 22 Anhebeverläufe, wie sie bei einer ersten Ausführungsform der Erfindung erhalten werden, wenn die Steuernocken, gezeigt in Fig. 12 u. 13, um eine ihrer sechs Betriebspositionen gedreht werden;

Fig. 23 in schematischer Block-Diagramm-Form eine Meßfühler- und Steuerungsanordnung, durch die die Steuernockenordnung, gezeigt in Fig. 6 – 13, betätigt wird;

Fig. 24 ein Schaubild, das die verschiedenen Betriebsbereiche der Steuerung einer ersten Ausbildung der Erfindung in Abhängigkeit von der Motordrosselöffnung (Motorbelastung) und der Motordrehzahl verdeutlicht;

Fig. 25 – 27 ein Fließbild mit den Steuerungsschritten, die zum Erzielen eines geeigneten Betriebs der Ventilfolge der ersten Ausbildungsform mit einbezogen werden;

Fig. 28 ein Schaubild mit den Ventil-Hebeverläufen, erzielt durch eine zweite Ausbildungsform der Erfindung;

Fig. 29 u. 30 Profile der zwei fünfnockigen Steuerungskurven, die in der zweiten Ausbildungsform verwendet werden, um jeweils die ersten und zweiten der Haupt-Einlaßventile zu steuern;

Fig. 31 – 35 die Ventilhebesteuerung, die erzielt wird, wenn jeder der Steuernocken, gezeigt in Fig. 29 und 30, durch ihre fünf Betriebspositionen gedreht werden;

Fig. 36 in Abhängigkeit von $\log P$ und $\log V$ (wobei P und V jeweils den Druck und das Volumen bezeichnen) die Verringerung des Pumpverlustes ermöglicht mit der zweiten Ausbildungsform der Erfindung bei niedrigen Motordrehzahlen;

Fig. 37 in grafischer Form die Ventilhebeverläufe, die durch eine dritte Ausführungsform der Erfindung erhalten werden;

Fig. 38 die Profile der einzelnen fünf Nockensteuerungskurve, verwendet in der dritten Ausführungsform; und

Fig. 39 – 43 einzelne Anhebeverläufe, die erhalten werden, wenn die einzelne Steuerkurve der dritten Ausführungsform durch ihre fünf Betriebspositionen gedreht wird.

Fig. 6 – 13 zeigen die Konstruktion und Anordnung einer ersten Ausführungsform der Erfindung, die in diesem Fall auf einen Vierzylinder-Viertaktreihenmotor angewendet wird.

Wie am besten in Fig. 8 zu sehen ist, sind die Ventile der Motorventilreihe so in dem Zylinderkopf 100 angeordnet, daß beide Einlaßventile 101, 102 auf derselben Seite des Verbrennungsraumes 104 plaziert sind, wohingegen das Abgasventil 106 im wesentlichen gegenüber

dem Haupt-Einlaßventil 101 angeordnet ist. Die Haupt-Einlaßöffnung 108 ist derart angeordnet, daß die ankommende Charge tangential im Hinblick auf die Zylinderachse (nicht gezeigt) in den Verbrennungsraum 104 eingeleitet wird mit einer starken Strömungskomponente in einer Ebene senkrecht zu dieser Achse und in einer Art, daß die Charge im wesentlichen so verwirbelt, wie durch den eingezeichneten Pfeil verdeutlicht. Die Zündkerze 110 ist so angeordnet, daß sie sich im wesentlichen in dem Weg der verwirbelten Chargenstruktur befindet. In diesem Motor ist die Zündkerze 110 stromabwärts von dem Abgasventil 106 in bezug auf die Verwirbelungsrichtung und in einer Stellung angeordnet, die relativ weit von dem Haupt-Einlaßventil 101 entfernt ist und im wesentlichen dem Zweit-Einlaßventil 102 gegenüberliegt.

Die Zweit-Induktionsöffnung 112 ist so angeordnet, daß sie einen Querschnitt hat, der größer ist als derjenige der Haupt-Induktionsöffnung 108 und einen hohen Beschickungswirkungsgrad erzielt.

In der in Fig. 2 gezeigten Anordnung ist das Abgasventil 106 so plaziert, daß es durch eine Steuerhebelanordnung 114 angehoben wird, die bestimmte Hebe/Zeitsteuerungsverläufe verdeutlicht, wobei beide (in Fig. 6 ist nur das Haupt-Einlaßventil gezeigt) angeordnet sind, um durch die Anordnung 116 angehoben zu werden, deren Hebe/Zeitsteuerungsverläufe verändert werden können.

In dieser Ausführungsform sind alle Einlaß- und Abgasventil-"Antriebs"-Nocken auf einer gemeinsamen Nockenwelle 118 befestigt, wodurch eine allgemeine Vereinfachung der Ventiltriebsebene und der Zylinderkopfkonstruktion erzielt wird.

Der Abgasventil-Steuerhebel 119 ist in geeigneter Weise auf einer Zylinder-Konsole 120 befestigt. Da die Konstruktion und Anordnung dieses Teils der Ventilreihe zum Erzeugen bestimmter Hebeverläufe dient und für Fachleute in der Automobil-Motor-Technik naheliegend sind, scheint damit keine weitere Erklärung nötig.

Von den VVT (einstellbare Ventilzeitsteuerung) Einrichtungen, durch die die Haupt- und Zweiteinlaßventile gesteuert werden, weist jede eine vielfach genockte Steuerkurve 122, einen Reaktions-Hebel 124 auf, welcher an einem Ende mit der Kurve 122 in Verbindung steht und an dem anderen Ende beweglich mit einem hydraulischen Stößel 126 verbunden ist; und einen Steuerhebel 128, der mit der unteren Fläche des Reaktions-Hebels 124 in Verbindung steht. Wie gezeigt ist jeder Steuerhebel 128 an einem Ende mit einer einzigen nocken-"angetriebenen" Steuerkurve 130 und am anderen Ende mit dem Oberteil eines Einlaßventilstößels verbunden. In Fig. 6 ist nur das Haupt-Einlaßventil 101 gezeigt.

Es wird unterstrichen, daß zur Klarheit der Veröffentlichung sich die Bezeichnung "Antrieb" auf einteilige Nocken-Steuerkurven 130 bezieht, die kontinuierlich gedreht werden und als eine Quelle der Bewegungsenergie für die Steuerhebel 128 dienen, während die selektiv gedrehten vielfach-genockten Steuerkurven 122 als "Steuer"-Nocken bezeichnet werden.

Die Steuerhebel 128, die die Haupt- und Zweit-Einlaßventile 101, 102 jedes Zylinders betätigen, sind einzeln drehbar auf der Welle 132 gelagert. Diese Welle 132 ist durch eine geeignete, in dem jeweiligen Steuerarm ausgebildete Bohrung angeordnet und (wie in Fig. 11 gezeigt) dafür vorgesehen, ein paar Blindbohrungen 134 zur Aufnahme der unteren Enden der Federn 136 aufzunehmen. Ferner ist diese Welle mit paral-

lalen abgeflachten Oberflächen oder "Abflachungen" an den Enden ausgebildet. Diese Endabschnitte der Welle 132 sind beweglich in Längsschlitz 138, ausgebildet in den Reaktionshebeln, angeordnet, die sich an der jeweiligen Seite des damit verbundenen Steuerhebels nach unten erstrecken. Die Federn 136 neigen die Steuerarme 128 zum Eingriff mit den Antriebsnocken 130 und den Einlaßventilstößeln. Diese Federn 136 haben eine Federkonstante, die wesentlich schwächer ist, als jene der Ventilefedern 140 und üben deshalb nicht genug Druck aus, das Anheben der Ventile zu beeinflussen.

Jeder der hydraulischen Stößel 126 wird durch eine Vielzahl von Bohrungen (im allgemeinen bezeichnet durch die Bezugsziffer 144), die in der Zylinderkopfkonsol 122 ausgebildet sind, mit unter Druck stehender hydraulischer Flüssigkeit versorgt. Die in die Durchlaßkonstruktion gepumpte Flüssigkeit wird durch Öffnungen 146, 148 entspannt. Einige dieser Öffnungen 148 sind, wie gezeigt, so angeordnet, daß sie die Flüssigkeit in Durchgangsbohrungen 149 fördern, die in den Reaktionshebeln ausgebildet sind, um die Oberflächen der Reaktionshebel 124 und der Steuerhebel 128, die während des Motorbetriebs ständig untereinander in Kontakt stehen, mit Schmieröl zu versorgen.

Die Größe der Öffnungen 146, 148 und die Konstruktion der Stößel 126 sind so ausgewählt, daß ein Null-Spiel zwischen den Steuerhebeln 128 und der Oberseite der Einlaßventilstößel eingehalten wird.

Während des Betriebs, wenn die Nockenwelle 118 die Einlaßventil-Steuernockenkurven drehen, wird bei den Steuerhebeln 128 eine Bewegung hin zu den Reaktionshebeln 124 hervorgerufen, bis deren ellbogenartige Teile in die untere Oberfläche der Reaktionshebel zum Festlegen eines Drehpunktes eingreifen. Nachfolgend zu diesem Reaktionsablauf zwischen den Hebeln 124 und den Steuerhebeln 128 wird letzterer in einer Art verschwenkt, die die Einlaßventile gegen die damit korrespondierenden Ventilefedern 140 bewegt.

Durch Verändern der Drehstellung der einzelnen Steuerkurven 122 kann der Winkel der Reaktionshebel derart variiert werden, daß dadurch die Zeit, bei der die Ellbogen der Steuerhebel 128 mit den unteren Oberflächen der Reaktionshebel 124 in Kontakt stehen, variiert werden, wodurch der Beginn des Ventilhebels hervorgerufen wird. Die Formen oder Profile der Antriebsnocken 130 bestimmen das Basis-Anheben und die Zeitsteuerungsverläufe der Einlaßventile. Eine einzeln gesteuerte Rotation der Steuernocken 122 erlaubt eine große Variationsbreite bei dieser Grundsteuerung, wie nachfolgend noch deutlich wird.

Die unteren Oberflächen der Reaktionshebel, die mit den Steuerhebeln 128 in Eingriff stehen, haben die gezeigte Kontur. Durch das Auswählen der Krümmung dieser Kontur kann die Zeitsteuerung des Anhebens verändert werden. Die Oberflächen der Reaktionshebel 124 und der Steuerhebel 128, die miteinander in Eingriff stehen, sind abgeflacht, um einen linienförmigen Kontakt zu bestimmen. Die Position dieser Linie bewegt sich, sobald die Steuerhebel auf den Reaktionshebeln 124 "entlangrollen", bis die Ellbogen der Steuerhebel 128 den Kontakt herstellen und dadurch der Ventilhebe-prozeß beginnt.

Die Rotation der Steuernocken 122 ist in dieser Ausführungsform durch eine einzelne Stelleinrichtung gesteuert, die in diesem Fall die Form eines Schrittmotors 150 hat. Wie aus Fig. 7 klar wird, sind alle Kontrollnocken 122 auf einer einzigen Steuerwelle 152 angeordnet. Das bewirkt in Kombination mit der einzigen Steuer-

welle 118, auf der die Einlaß- und Abgas-"Antriebs"-Nocken gelagert sind eine vereinfachte Zylinderkopfkonstruktion.

Fig. 9 zeigt die Konstruktion einer Steuerhebelanordnung, die anstelle der Vorrichtung in der Anordnung von Fig. 6 angewendet werden kann, um das Abgasventil und/oder eines der Haupt- oder Zweit-Einlaßventile in dem Fall zu betreiben, so daß es unnötig erscheint, beide der Einlaßventil-Anhebung und -zeitsteuerung zu verändern.

In dieser Anordnung ist der Steuerhebel 160 mit einem gekrümmten konkaven Rücksprung 162 ausgebildet, in der die abgerundete nasenartige Spitze 163 des hydraulischen Stößels 164 aufgenommen wird. Dieser Stößel wird mit hydraulischem Druck betätigt, in einer Art ähnlich zu dem Stößel, wie er in der in Fig. 6 dargestellten Anordnung verwendet wird. In diesem Fall ist es auch notwendig, darauf zu achten, daß die hydraulische Flüssigkeit ohne weiteres in den Stößel eingeleitet werden kann, und nur langsam abströmt, um sicherzustellen, daß die Länge der Anordnung nicht durch den Druck während des Motorbetriebs reduziert wird, was eine Verminderung des für das Ventilheben erforderlichen Betrages bewirkt.

Fig. 10 und 11 zeigen Konstruktionsdetails der Steuernocken 122. Wie gezeigt, ist jede Nocke drehbar an der Steuerwelle 152 gelagert und weist zylindrische nasenartige Abschnitte 170, 171 auf, die sich jeweils seitlich erstrecken. Auf der Steuerwelle 152 ist ein Halter 172 befestigt und mit einem Nockenkörper durch eine Spiralfeder 174 verbunden. Diese Feder 174 ist an der Welle 152, wie dargestellt, angeordnet. Ein Verschlußglied 176 ist vorhanden, um die Nocke abzudecken und ist derart rücksprungartig ausgebildet, daß deren freie Drehung möglich ist.

Wie am besten in Fig. 11 zu sehen ist, ist einer der zylindrischen Abschnitte mit einem Ausschnitt 176 versehen. Ein auf der Steuerwelle 152 ausgebildeter Sperrstift 178 ist so angeordnet, daß er sich in den Ausschnitt erstreckt. Ab einer bestimmten Verdrehung steht der Stift 178 mit dem zylindrischen Abschnitt 170 in Eingriff und betätigt formschlüssig die Nocke zur Rotation mit der Steuerwelle 152. Diese Anordnung bestimmt eine wenig bewegte Verbindung, die verhindert, daß die Feder 174 überaus stark ausgebildet ist, während sie ein weiches Schalten der Nocke aus einer Stellung in die andere ermöglicht. Während irgendeiner Relativdrehung zwischen der Steuerwelle 152 und der Nocke entwickelt die Feder eine Spannung, die bewirkt, daß die Nocke in der erforderlichen Richtung rotiert. Nimmt man bei dem Steuerhebel eine nicht-gehobene Stellung an, neigt die Nocke unter dem Einfluß der aufgebauten Spannung zur Rotation.

In bezug auf eine weitere Offenlegung dieser Art eines VVT-Mechanismus wird als Bezugsquelle die US-PS 45 39 951, veröffentlicht am 10. 09. 1985 im Namen von HARA et al genannt. Der Inhalt dieser Akte ist in diese Schrift durch obige Referenz eingearbeitet.

Fig. 12 und 13 zeigen im einzelnen die Profile der Haupt- und Zweit-Einlaßventilsteuernocken. Jede dieser Nocken ist mit sechs Nockenoberflächen oder -kurven versehen. Bei der Haupt-Einlaßventilsteuernocke 122 kann die Nockenoberfläche $a-f$ im einzelnen Hubbewegungen von 2 mm, 5 mm, 8 mm, 8 mm, 9,4 mm und 10,8 mm erzeugen, während die korrespondierenden Oberflächen der Zweit-Hebesteuernocke 123 im einzelnen 0,5 mm, 2 mm, 5 mm, 8 mm, 9,4 mm und 10,8 mm erzeugen.

Mit der oben beschriebenen Anordnung werden die Nocken, z.B. während des Hochgeschwindigkeitsbetriebes, derart rotiert, daß die Nockenoberflächen 122f und 123f mit den zugehörigen Reaktionshebeln in einer Art in Eingriff stehen, die maximale Hubverläufe erzeugt, während bei dem anderen Extrem des Motorbetriebes (z.B. im Leerlauf) die Nocken so bewegt werden, daß das Minimum und/oder der geeignete kleine Hubbetrag ausgelöst werden.

Fig. 15 zeigt in grafischer Form die Hubverläufe, die mit der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung möglich sind. Darin verdeutlicht die Kurve C die Anhebe-Zeitsteuerung des Abgasventils, das, wie gezeigt, befestigt ist. A und B bezeichnen im einzelnen das Anheben der Haupt- und Zweit-Einlaßventile. Die Kurven A 6 bis A 1 bezeichnen die Anhebeverläufe unter Verwendung der Nockenoberflächen a-f der Nocken 122, während die Kurven B 6-B 1 die Anhebeverläufe bezeichnen, die durch die Nockenoberflächen a-f der Nocken 123 hervorgerufen werden.

Wenn der Motor unter Zuständen mit dazwischenliegender Motordrehzahl-hohe Belastung betrieben wird durch die Rotation der Steuernocken, so daß die Nocken 122e und 123e mit den Reaktionshebeln in Eingriff stehen und diese in die geeigneten Positionen bewegen, werden die Einlaßventile in Übereinstimmung mit den Kurven A 2 und B 2, wie in Fig. 15 gezeigt, angehoben, und das durch den Motor entwickelte Drehmoment verändert sich, wie durch die Kurve Y in Fig. 16 angegeben ist.

Wie anhand dieser Kurve festgestellt werden kann, ist der abgeflachte Bereich, in dem ein unzureichendes Drehmoment erzeugt wird, durch die vorgenannten, in Fig. 1 und 2 gezeigten Motoren vollständig ausgeglichen, und der Motor ist in der Lage, ein ausreichendes Drehmoment, wie es für Beschleunigungszwecke und dgl. erforderlich ist, zu erzeugen.

Wenn der Motor unter Zuständen mit niedriger Drehzahl-hoher Belastung betrieben wird, rotieren die Steuernocken derart, daß die Nocken 122d und 123d mit den entsprechenden Reaktionshebeln in Eingriff stehen. Mit den Bedingungen dieses VVT-Systems werden die Einlaßventile, wie durch die Kurven A 3 und B 3 veranschaulicht, angehoben.

Wenn der Motor ferner unter Zuständen mit dazwischenliegender Geschwindigkeit — geringer bis dazwischenliegender Belastung betrieben wird, werden die Steuernocken so betrieben, daß die Nocken 122c und 123c mit den Reaktionshebeln in Kontakt stehen, so daß die Haupt-Einlaßventile 101 8 mm angehoben werden, während die Zweit-Einlaßventile 102 5 mm angehoben sind (s. Kurven A 4, B 4 in Fig. 15).

Unter diesen Bedingungen geschieht die Induktion hauptsächlich durch die Haupt-Einlaßöffnung 108 und ruft eine starke Verwirbelung in den Verbrennungsräumen 104 hervor. Zu diesem Zeitpunkt ist es möglich, daß Luft-Benzingemisch derart auszubilden, daß es magerer als stöchiometrisch eingestellt ist und daß große Mengen des Abgases zurück in die Verbrennungsräume (das ermöglicht die Verwendung einer hohen EGR-Rate) geführt werden. Das eröffnet den Weg zu einem guten Benzinverbrauch. Die verminderte Ventilüberlappung, die unter diesen Bedingungen (s. Fig. 19) eintritt, verbessert die Abgascharakteristik.

Während des Motorbetriebes mit niedriger Drehzahl-niedriger Belastung werden die Steuernocken derart gedreht, daß die Nocken 122b, 123b in Kontakt mit den Reaktionshebeln stehen. Das ruft ein Anheben des

Haupteinlaßventils von 5 mm und ein Anheben des Zweit-Ventils von 2 mm hervor (Kurven A 5, B 5). Wegen des verminderten Anhebens ist die Geschwindigkeit der über die Haupt-Einlaßventile 101 eingeführten Charge erhöht und begünstigt die Ausbildung einer geeigneten Verwirbelung. Der verminderte Hubweg des Ventils schwächt die Reibungsverluste im Kraftübertragungsweg ab.

Wenn der Motor in eine Leerlaufstellung des Betriebes eintritt, werden die Steuernocken weitergedreht, um die Nocken 122a und 123a in Kontakt mit den Reaktionsarmen zu bringen und um eine Situation herbeizuführen, in der das Haupt-Einlaßventil 101 um 2 mm und das Zweit-Einlaßventil 102 um 0,5 mm angehoben ist. Das verringert beider Reibungsverluste und die Intensität der in den Verbrennungsräumen bis zu einem geeigneten Maß erzeugten Wirbel. Unter diesen Bedingungen ist die Gemischaufbereitung des Luft-Benzingemisches verbessert, und das letztere wird zu den Elektroden der Zündkerzen 110 geleitet. Das begünstigt ein Reinigen der Elektroden und stellt sicher, daß das diese umgebende Gemisch ein sofort zündfähiges ist und ein instabiler Motor-Leerlauf verhindert ist. Wie aus Fig. 15 (und Fig. 17) zu erkennen ist, tritt hier unter diesen Bedingungen im wesentlichen keine Ventilüberlappung auf, die die Restgasmenge vermindert, welche schließlich in den Verbrennungsräumen 104 zurückgehalten wird.

Fig. 17 bis 22 verdeutlichen im einzelnen jede der sechs Ventilsteuerphasen, die mit der Anordnung der ersten Ausführungsform möglich sind. Diese Diagramme verdeutlichen nämlich die Ventilhebeverläufe, die durch die Nockenoberflächen 122a bis 122f und 123 bis 123f im einzelnen erzeugt werden.

Es wird für den Fall hervorgehoben, daß während des Leerlaufs und/oder während eines Betriebs mit geringer Belastung — geringer Drehzahl die Öffnung der Zweit-Ventile nicht reduziert wurden und gleichzeitig ein starker Wirbel erzeugt wurde, mager aufbereitetes Benzin in die Verbrennungsräume eingeleitet würde, das dazu neigt, das Abkühlen an den Wänden der Zylinder und/oder eine vergleichbare instabile Verbrennung hervorzurufen, was die Bildung von CO und HC vermehren würde. Mit der ersten Ausführungsform dieser Erfindung wird jedoch, da die Zweit-Ventile 102 an einem Öffnen in jedweder Hinsicht gehindert sind, und die Intensität der erzeugten Wirbel abgeschwächt ist, das in die Verbrennungskammer eingeführte Benzin in der Lage sein, gut zu zerstäuben und ein Abkühlen und/oder eine ungleichmäßige Verbrennung zu verhindern.

Es wird ferner festgestellt, daß in Betriebszonen mit hoher Geschwindigkeit, in denen das Drosselventil bis oder hinter den Punkt "R", z.B. gezeigt in Fig. 24, geöffnet ist, die Induktionsmenge relativ hoch ist, und die Mischung der in die Verbrennungsräume durch die Haupt- und Zweit-Induktionsöffnungen eintretenden Strömungen dazu neigt, darin starke Turbulenzen zu erzeugen. Unter diesen Bedingungen wird es in der ersten Ausführungsform bevorzugt, die Haupt- und Zweit-Einlaßventile 101, 102 mit im wesentlichen der gleichen Zeitsteuerung und dem gleichen Hub zu betätigen — s. Fig. 20-22. Das verhindert die Bildung von unerwünschten, lautem Verbrennungslärm, der vor allem erzeugt wird, wenn der Hub und die Zeitsteuerung unterschiedlich sind und die Haupt- und Zweit-Induktionsströmungen überaus starke Turbulenzen erzeugen.

Fig. 23 zeigt in schematischer Form eine Fühler-Steueranordnung, mit deren Hilfe die erste Ausführungsform

rungsform der vorliegenden Erfindung steuerbar ist. Wie gezeigt, beinhaltet diese Anordnung einen Mikroprozessor, der eine zentrale Datenverarbeitungseinheit (CPU), einen Festwertspeicher (ROM), einen Speicher mit direktem Zugriff (RAM), einen Zeitgeber (Kreislaufer) und eine Eingangs-/Ausgangs-(I/O)Leiterplatte umfaßt.

Eine Vielzahl von Meßfühler sind vorhanden, die im einzelnen beinhalten einen Motor-Kühlmittel-Temperaturmeßfühler 201; einen Motor-Drehzahlmesser 202; einen Drosselstellungsmeßfühler 203 (Motor-Belastungsfühler); einen Übertragungslagemeßfühler 204, der abtastet, ob oder ob nicht die Übertragung in einem neutralen Gang steht oder nicht; einen Kupplung-Lagemeßfühler 205, der ein Signal ausgibt, das die Lage der Kupplung anzeigt, welches den Motor mit der Übertragungseinrichtung verbindet, die an ein Übertragen des Drehmomentes zwischen den beschriebenen Vorrichtungen angepaßt ist (es wird festgestellt, daß trotz der Einfachheit der Offenlegung angenommen wird, daß die Kupplung von der Art ist, wie sie bei manuellen Übertragungen verwendet wird, daß es möglich ist, eine geeignete Vorrichtung zu verwenden, die die entsprechende Lage eines Drehmomentenumwandlers oder für den vergleichbaren Fall überwiegen kann, daß der Motor, auf den sich die Erfindung bezieht, mit einer automatischen Übertragung verbunden ist) und einen Steuernocken-Lagemeßfühler 206; Einspeisedaten, die die augenblickliche Lage der Betriebsbedingungen anzeigen. In dieser Ausführungsform sind die Meßfühler 201 - 205 so angeordnet, daß sie ein digitales Signal direkt zur Eingabe-/Ausgabe-(I/O)Leiterplatte ausgeben, während der Steuernocken-Lagemeßfühler 206 ein analoges Signal CP (zentrale Datenverarbeitung) abgibt, welches A/D (analog-digital) in ein digitales Signal V_{pos} umgewandelt wird.

Es wird festgestellt, daß es anstelle der Drosselöffnung alternativ möglich ist, den Betrag der in den Motor oder das Induktionsvakuum eingeführten Luftmenge mit Mitteln zum Bestimmen der Motorbelastung zu messen.

Dem Betätigungselement (Schrittmotor 150) wird ein Antriebssignal SK von einer Verstärker-Schaltung 208 oder dgl. zugeführt. Diese Schaltung wird durch ein Ausgangssignal von der Eingabe/Ausgabe-(I/O)Leiterplatte gesteuert und erzeugt ein Rückflußsignal SA, das den Nicht-Betrieb der Einrichtung anzeigt. Ausgelöst durch die verschiedenen Eingangssignale steuert der Mikrocomputer den Betrieb des Schrittmotors 150 derart, daß eine Rotation der Steuernocken zur geeigneten Stellung für die gegebenen Betriebsbedingungen sichergestellt ist.

Fig. 24 zeigt ein Steuerungsschema, das in Abhängigkeit von der Drossel-Ventilöffnung (Motorbelastung) und der Motordrehzahl (UPM) dargestellt ist. In diesem Schaubild kennzeichnen die durchgezogenen Linien, die die unterschiedlichen Betriebszonen (Zustände) unterteilen, die Phasenverschiebungslinie, bei der die Steuerung von jener, geeignet für einen Betriebszustand zu jenem, geeignet für den nächsten verschoben ist, wenn die Belastung oder Drehzahl des Motors zunimmt, während die unterbrochenen Linien die Situation kennzeichnen, in der eine Phasenverschiebung von einer Art zur nächsten durchgeführt wird, wenn die Größe der Belastung oder der Motordrehzahl vermindert ist. Das legt dem System eine Hysterese auf, die unerwünschte Phänomene verhindert, bei denen die Steuernocken schnell zurückschalten und von einer Position in die andere hin- und herbewegt oder "getrieben" sind.

Zustand 1 dieses Schaltungschemas ist definiert durch den mit Leerlauf (IDLE) gekennzeichneten Punkt und tritt ein, wenn die Belastung des Motors minimal ist und die Motordrehzahl in etwa 500 Umdrehungen pro Minute (RPM) beträgt. Die nachfolgenden Betriebszustände "Zustand 2" bis "Zustand 6" sind wie gezeigt definiert. Die korrespondierenden Nocken (a-f) der Steuernocken, die während jeder dieser Betriebsweisen benutzt werden, ist in Klammern gezeigt.

Wenn die Eingangssignale der verschiedenen Meßfühler anzeigen, daß der Motor im Leerlauf fährt (betrieben ist im Zustand 1) wird das dem Motor unter solchen Bedingungen zugeführte Luft-Benzingemisch stöchiometrisch eingestellt. Wenn jedoch der Motor vom Zustand 1 in den Zustand 2 wechselt, ist das Luft-Benzingemisch entweder mager mit einem Benzin/Luft(A/F)-Verhältnis größer als 20 : 1 eingestellt oder bei oder kurz unterhalb des stöchiometrischen Verhältnisses gehalten und mit einer großen Menge von EGR-Gas vermischt. In Verbindung mit der zuvor beschriebenen Ventilzeitsteuerung, die durch die Steuernockenkurven 122b und 123b erzeugt wurde, vermindert dieses die Bildung von NOx, während ein guter Benzinverbrauch erhalten wird.

Um in dem Motor die Produktion einer großen Leistungsmenge hervorzurufen, ist es möglich, eine Drosselstellungsschaltung vorzusehen, die betätigt wird, wenn die Drossel bis zum Punkt "R" geöffnet ist. Die Steuervorrichtung (nicht gezeigt) des Luft-Benzin-Gemisches des Motors kann empfindlich gemacht werden für das Ausgangssignal dieses Schalters, um dem Motor eine Mischung zuzuführen, die reicher als die stöchiometrische ist unabhängig von der augenblicklichen Art der Motorbetriebsweise.

In den Zonen außerhalb des Zustandes 1 und unterhalb des Niveaus R ist es möglich, dem Motor eine Mischung zuzuführen, die ein Luft-Benzin-Verhältnis gleich oder etwas niedriger als das stöchiometrische Verhältnis aufweist, so daß sichergestellt ist, daß die erforderliche Menge des Motorausstoßes erzielt wird und jedes Klopfen verhindert ist, das eintreten kann, wenn das Luft-Benzinverhältnis des Gemisches, welches dem Motor zugeführt wird, plötzlich von fett auf mager oder umgekehrt infolge von Übergängen in der Betriebsweise verändert werden sollte.

Fig. 25-27 zeigen ein Schaubild, das die Prozeßschritte darstellt, die ausgeführt werden, um die erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in geeigneter Weise zu steuern.

Wie gezeigt, wenn man dem Start des Steuerprogramms folgt, wird der Strömungszustand der Motorbelastung durch ein Sammeln der Positionen der Motor-Drosselventile bestimmt. Wenn das Ausgangssignal dieser Untersuchung anzeigt, daß das TV (Drosselventil) geschlossen ist, dann folgt das Programm den Schritten 1002, in denen festgestellt wird, ob eine Nachfrage vorhanden ist, das Drehmoment von dem Motor zu dem Übergang zu übertragen durch ein Abtasten der Ausgangssignale von dem Kupplungs-Lagemeßfühler 205. Wenn die Antwort auf diese Nachfrage derart ist, daß das Niederdrücken des Kupplungspedals angezeigt wird (d.h. es gibt keinen Bedarf für eine Drehmoment-Übertragung), dann geht das Programm zum Schritt 1003, worin festgestellt wird, ob sich die Übertragung in einem neutralen Gang oder nicht befindet.

Beim Schritt 1004 wird die Motordrehzahl abgetastet und eine Untersuchung durchgeführt, ob der Motor im Leerlauf steht oder nicht. Wenn, wie gezeigt, das Aus-

gangssignal der Schritte 1001 – 1004 anzeigt, daß keine Absicht zum Fahren des Kraftfahrzeuges vorliegt und daß der Motor für diesen Zeitpunkt im Leerlauf fährt, dann wird bei Schritt 1005 eine Markierung *Fpos* ist gleich "1" gesetzt, und das Programm fährt weiter zum KSF-Maschinenprogramm, welches in Fig. 27 gezeigt ist. Wenn das Ausgangssignal von einem der Schritte 1001 – 1004 auf der anderen Seite die Möglichkeit anzeigt, daß für die Motorleistung ein Bedarf vorhanden ist oder in Kürze vorhanden sein wird, dann läuft das Programm quer zum Schritt 1006, bei dem untersucht wird, ob der Motor tatsächlich läuft. Wenn nicht, dann wird es beim Schritt Markierung *Fpos* an der Stelle 1007 zu Null gesetzt, und das Programm geht über zum KSF-Maschinenprogramm.

Wenn jedoch der Motor läuft, dann wird beim Schritt 1008 überprüft, ob der Schrittmotor 150 gegenwärtig in Betrieb ist. Wenn der Motor gegenwärtig tatsächlich in Betrieb ist, fährt das Programm zurück zum Schritt 1001, um die Vervollständigung der augenblicklichen Betriebsphase zu erlauben. Diese Vervollständigung wird angezeigt durch die Erzeugung des Signals *SA*.

Wenn der Betrieb vervollständigt ist, läuft das Programm zum Schritt 1009, indem die gegenwärtige Motordrehzahl abgetastet und eine Untersuchung durchgeführt wird, um festzustellen, ob die Motordrehzahl gleich oder über einem vorbestimmten Wert *E1* liegt oder nicht. Für diesen Fall ist dieser Wert festgelegt auf 4000 Umdrehungen pro min (RPM). Wenn die Motordrehzahl gleich oder grösser als *E1* ist, dann wird beim Schritt 1010 die Markierung *Fpos* ist gleich 6 gesetzt, und das Programm geht dann über zum Abschnitt KSF (Fig. 27).

Wenn jedoch ein Wert kleiner als *E1* festgestellt wird, dann geht das Programm zum Schritt 1011, worin überprüft wird, ob der Motor unter Zustand 6 betrieben wird oder nicht. Diese Bedingung kann z.B. mit Hilfe einer Abtastung des Ausgangssignals des Motor-Drehzahlmessers und des Ausgangssignals des Motor-Belastungsmeßfühlers (Drosselventil-Stellungsmeßfühler) und durch einen Blick in das Schaubild überprüft werden, wo die Daten der Zustände, gezeigt in Fig. 24, im Festwertspeicher (ROM) gespeichert sind. Bei diesem Schritt sollte beachtet werden, ob entweder eine oder beide der Variablen ansteigt oder abfällt, um die nötige, geeignete Verschiebesteuerentscheidung zu ermöglichen.

Wenn z.B. die Koordinate, die der augenblicklichen Motordrehzahl und -belastung entspricht, in die Zone fällt, die den Betrieb im Zustand 6 bezeichnet, dann läuft das Programm zum Schritt 1012, worin eine Markierung COND gesetzt ist, die einen Wert von 6 annimmt.

Nachfolgend wird beim Schritt 1013 eine Markierung *Fpos* auf einen Wert von 6 festgesetzt. Das Programm geht dann über zum KSF-Maschinenprogramm.

Im Fall, daß das Ausgangssignal der Anfrage beim Schritt 1011 jedoch anzeigt, daß der Motor in einem anderen Bereich als dem Zustand 6 betrieben ist, dann wird beim Schritt 1014 überprüft, ob der gegenwärtige Zustand der Markierung COND 6 ist oder nicht. Wenn das Ausgangssignal positiv ist, dann wird beim Schritt 1015 eine Abfrage zu der Feststellung durchgeführt, ob der Motor in der nächst tieferen Zone (d.h. im Zustand 5) betrieben ist. Wenn das Ausgangssignal dieser Abfrage anzeigt, daß der Motor tatsächlich im Bereich des Zustandes 5 betrieben ist, dann läuft das Programm quer zum Schritt 1013 und schließlich zum KSF-Maschinenprogramm. In dem Fall jedoch, daß das Ausgangssi-

gnal dieser Abfrage negativ ist, läuft das Programm dann quer zum Schritt 1019, in dem der Zustand der COND-Markierung überprüft wird.

Es ist augenscheinlich, daß die Schritte 1016 – 1020, 1021 – 1025 und 1026 – 1031 im wesentlichen Wiederholungen der Schritte 1011 – 1015 mit der Ausnahme sind, daß die Werte der bestimmten Zustände stufenweise durch einen Wert pro Schritt vermindert werden. Die Schritte 1032 – 1034 laufen im wesentlichen parallel zu den Schritten 1011 – 1013. Schritt 1031 ist jedoch ein solcher zum Klarstellen der Markierung COND.

Es ist klar, daß die Schritte 1011 – 1034 die einbezogenen Markierungen schnell auf den neuesten Stand bringen, wenn der Motor in einer Art betrieben wird, die den Wert des Motorbetriebszustandes erhöht (d.h. Fortschreiten aus dem Zustand 1 zum Zustand 6), aber den Markierungswechsel verlangsamt, sobald sich der Wert vermindert.

Das KSF-Maschinenprogramm ist derart ausgebildet, daß es den augenblicklichen Zustand der *Fpos*-Markierung vergleicht mit dem Ausgangssignal *Vpos*, das der Eingabe/Ausgabe (I/O) Leiterplatte von dem Steuer-nocken-Lagemesfühler (über den A/D-Umwandler) zugeführt wird. Wenn das Stellungssignal und die Werte der *Fpos*-Markierung zusammentreffen, läuft das Signal dann direkt zum Schritt 1054, worin ein Steuerbefehl zum Beenden weiterer Motorbetriebsschritte ausgegeben wird. Auf der anderen Seite wird die Markierung *Fth* in die Schritte 1037 – 1051 auf einen Wert von "0" oder "1" in Abhängigkeit von der Richtung gesetzt, in welcher es nötig ist, die Nocke unter den augenblicklichen Betriebsbedingungen zu rotieren.

Fig. 28 zeigt in grafischer Form die Ventilhebeverläufe, welche durch eine zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung bestimmt werden. In diese Ausführungsform sind die Steuernocken der Haupt- und Zweit-Einlaßventile mit fünf Steuerkurven ausgebildet, die im einzelnen in den Fig. 29 und 30 dargestellt sind. Die Ausführungsform weist das Merkmal auf, daß die Zeitsteuerung, mit welcher der maximale Hub der Haupt-Einlaßventile eintritt und mit welcher die Zweit-Einlaßventile den maximalen Hub erfahren, derart verstellt wird, daß der maximale Hub der Zweit-Ventile später als der der Haupt-Ventile eintritt.

Bei der zweiten Ausführungsform ist das Haupthebeventil so angeordnet, daß es in drei Stellungen steuerbar ist, während das Zweit-Ventil in fünf Stellungen steuerbar ist. Das wird erreicht, durch die Anordnung der Nocken *c*, *d* und *e* der Kurve 301, um das gleiche Anheben zu erzielen.

Fig. 31 – 35 verdeutlichen die individuell erstellten Hebeverläufe, wenn die zwei Steuernocken durch ihre fünf Betriebsstellungen gedreht werden.

Wie aus Fig. 31 klar wird, ist der Hub des Haupt- und Zweit-Ventils sehr klein und derart ausgebildet, daß ein Öffnen nach der Stelle *TDC* und ohne ein Überlappen mit dem Abgasventil stattfindet. Das Schließen der Ventile geschieht auch vor der Stelle *BDC*. Durch diese Zeitsteuerung ist das in den Induktionsleitungen vorherrschende Vakuum stromabwärts vom Drosselventil daran gehindert, Abgase in das Abgassystem aus dem Rückstrom in die Verbrennungsräume anzusaugen und dadurch die darin befindliche Menge zu verringern. Außerdem bewirkt die frühe Verschuß-Zeitsteuerung und das niedrige Anheben verminderte Pumpenverluste, wie aus dem P-V-Diagramm der Fig. 36 klar wird.

Wenn der Motorbetrieb aus dem Leerlauf in einen Betrieb mit niedriger Drehzahl – niedriger Belastung

(d.h. Wechsel aus dem Zustand 1 in den Zustand 2) wechselt, wird die Zeitsteuerung der Haupt- und Zweit-Ventile derart vorgenommen, daß sich die Spitzen der einzelnen Hübe einander annähern. D.h., wie in Fig. 31 gezeigt, daß die Spitze des Zweit-Ventilanhebens zu einem Zeitpunkt erreicht wird, der nahe dem Verschlußzeitpunkt des Hauptventils angeordnet ist, während wie in Fig. 32 gezeigt, bei einem Verschieben aus dem Zustand 1 in den Zustand 2 der Spitzenhub des Zweit-Ventils gerade nach dem Spitzenhub des Haupt-Ventils eintritt. Der nachfolgende Betrieb unter der Steuerung der α -Nocken der Steuerkurven ist derart ausgebildet, daß eine Situation hervorgerufen wird, in der das Anheben des Zweit-Ventils zur Spitze gerade beginnt, wenn die Spitze des Haupt-Ventils abfällt.

Es wird ferner aus Fig. 32 klar, daß das Anheben des Haupt-Einlaßventils so ausgebildet ist, daß es vor der Stelle *BDC* beendet ist, während es sofort nach der Stelle *TDC* mit einer kleinen Überlappung mit dem Abgasventil beginnt. Das vermehrte Anheben vergrößert das Induktionsvolumen und steigert den Betrag des von dem Motor erzeugten Drehmomentes.

Die Verwendung der α -Nocken der Steuerkurven 301, 302 vergrößert das Induktionsvolumen und läßt das Ventil mit dem Ergebnis überlappen, daß ein erhöhtes Drehmoment produziert und ein Induktionsrückstoß verhindert ist. Beim Eintritt in den Betrieb hohe Drehzahl — hohe Belastung löst das durch die α -Nocken gesteuerte Anheben das Öffnen der Zweit-Ventile an einem Punkt aus, der im wesentlichen synchron ist mit dem der Haupt-Ventile. Ein vermehrtes Induktionsvolumen bewirkt einen gesteigerten Motor-Leistungsausstoß.

Fig. 37 zeigt eine Ventilzeitsteuerung, mit Verläufen nach einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Wie darin festgestellt wird, ist diese Ausführungsform derart ausgebildet, daß die Zeitsteuerung und das Anheben des Haupt-Einlaßventils festgelegt ist und nur die Zeitsteuerung des Zweit-Ventils variiert werden kann. Der Maximalhub des Haupt-Einlaßventils ist geringer als jener, der in der ersten und zweiten Ausführungsform produzierten.

Fig. 38 zeigt das Profil der einzigen Steuernocke, wie sie in dieser Ausführungsform verwendet wird. Fig. 39—43 kennzeichnen die Hebeverläufe, wie sie erzielt werden, sobald die einzige Steuernocke durch ihre fünf Betriebsstellungen gedreht wird.

Bei dieser Ausführungsform ist es möglich, das Abgasventil und das Haupt-Einlaßventil durch die Verwendung einer Steueranordnung zu betreiben, wie sie in Fig. 14 gezeigt ist und eine in Fig. 6 veröffentlichte Anordnung zum Betreiben des Zweit-Einlaßventils zu verwenden.

Mit der dritten Ausführungsform werden Pumpenverluste und ein Verschmutzen der Zündkerzen abgeschwächt und stabile Betriebszustände während des Betriebes mit niedriger Drehzahl besonders begünstigt, wenn die Motor-Temperatur niedrig ist.

Ein allen drei der zuvor beschriebenen Ausführungsformen gemeinsames, vorteilhaftes Merkmal besteht darin, daß die Anordnung, durch welche das Luft-Benzin-Gemisch hergestellt wird, stark vereinfacht werden kann, verglichen mit der Anordnung, wie er im Stand der Technik gezeigt und in Verbindung mit den Fig. 1—5 diskutiert wurde.

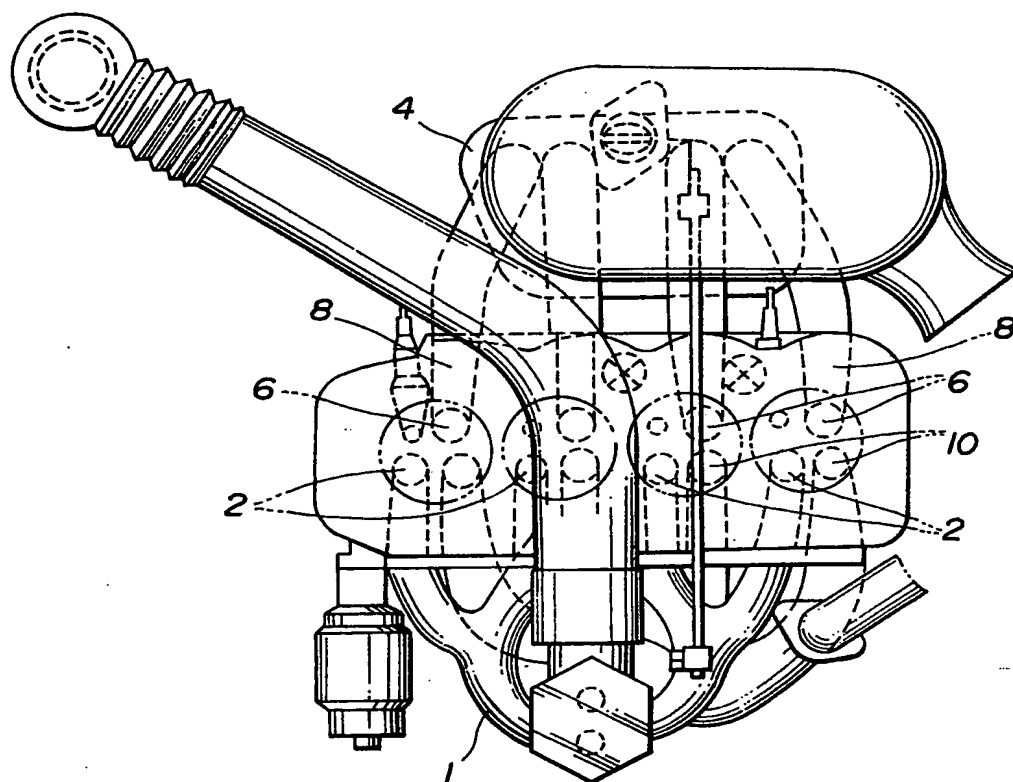
Es wird festgestellt, daß die vorliegende Erfindung nicht auf die Hubwerte, wie sie in den Zeichnungen und in der Beschreibung zitiert werden, beschränkt ist, und

daß diese lediglich als eine Art Beispiel genannt sind.

- Leerseite -

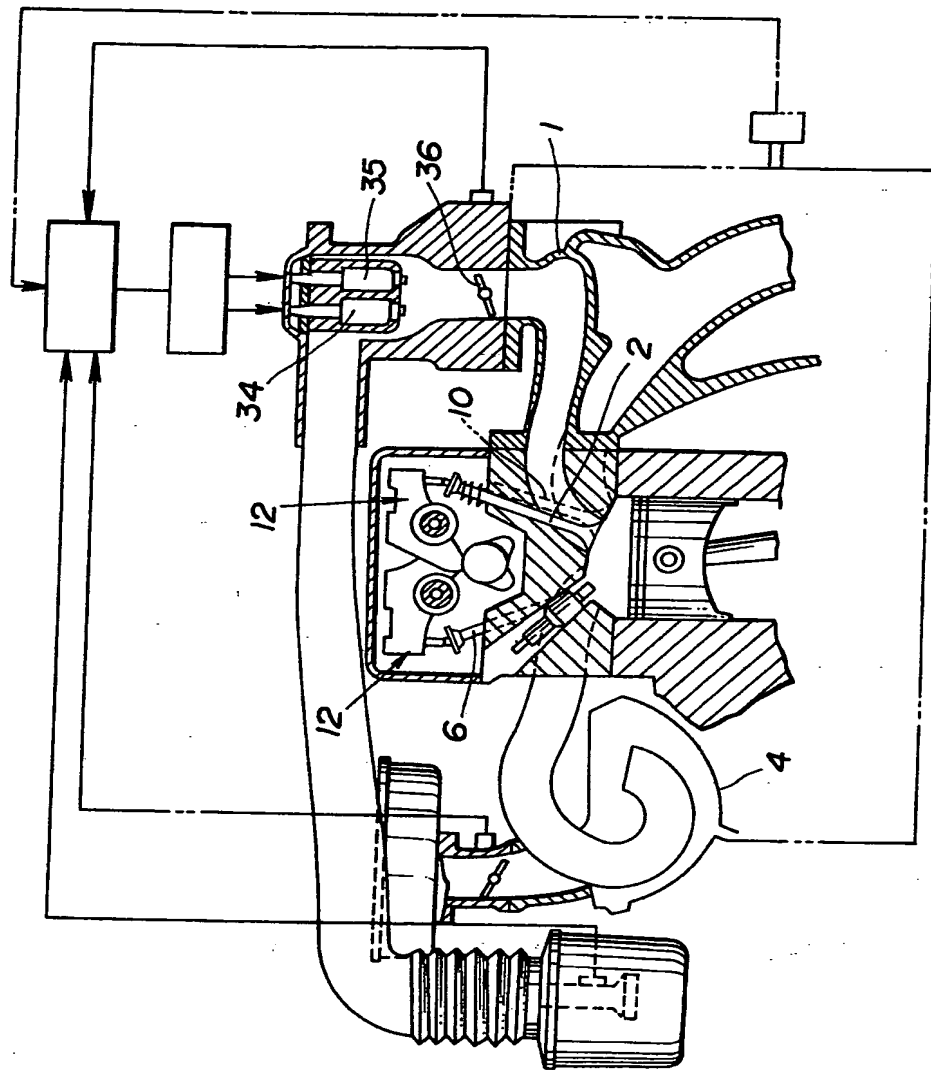
Nummer: 36 21 080
Int. Cl.⁴: F 02 D 13/02
Anmeldetag: 24. Juni 1986
Offenlegungstag: 2. Januar 1987

FIG. 1



24.08.88

FIG.2



ORIGINAL INSPECTED

24-08-88

FIG.3

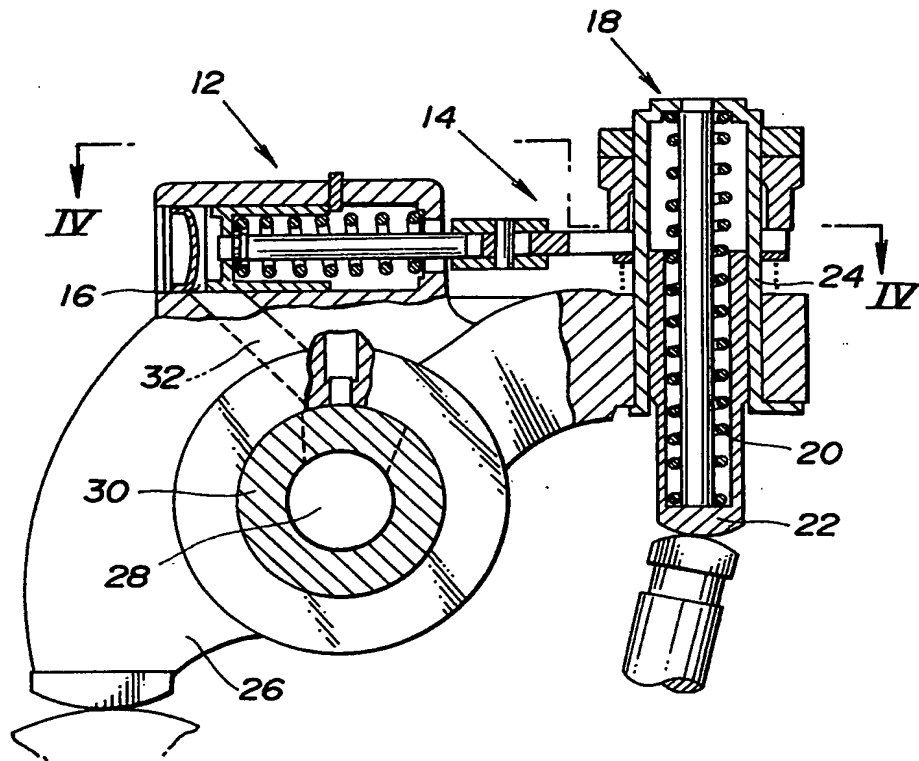
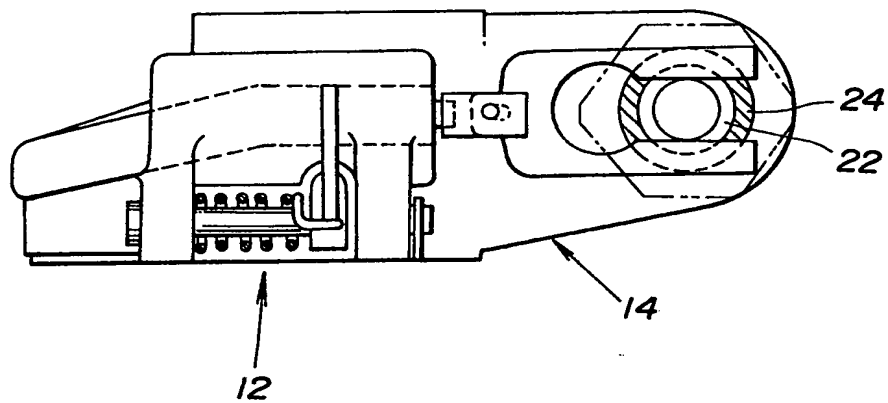


FIG.4



ORIGINAL INSPECTED

24-06-88

FIG. 5

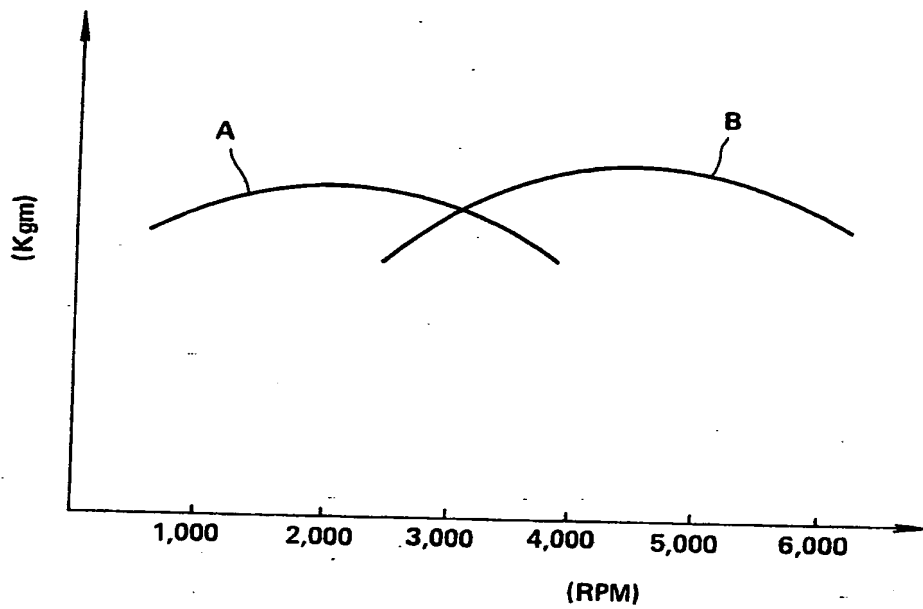
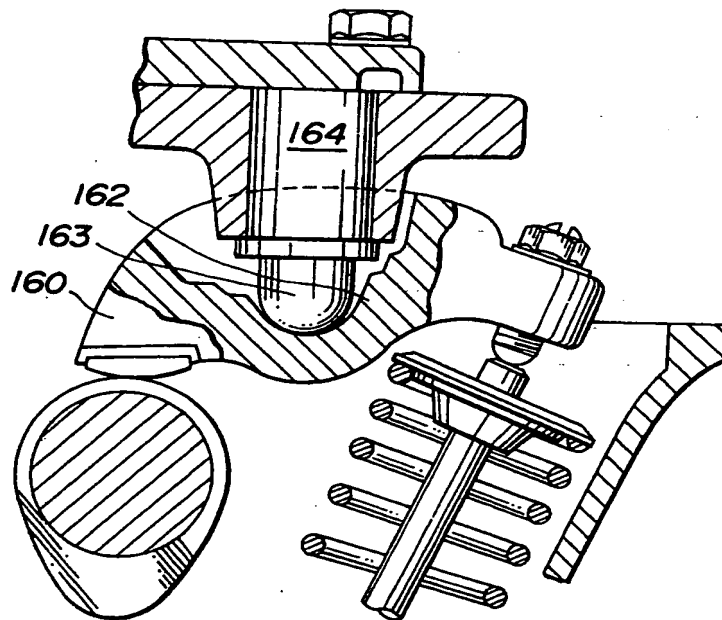
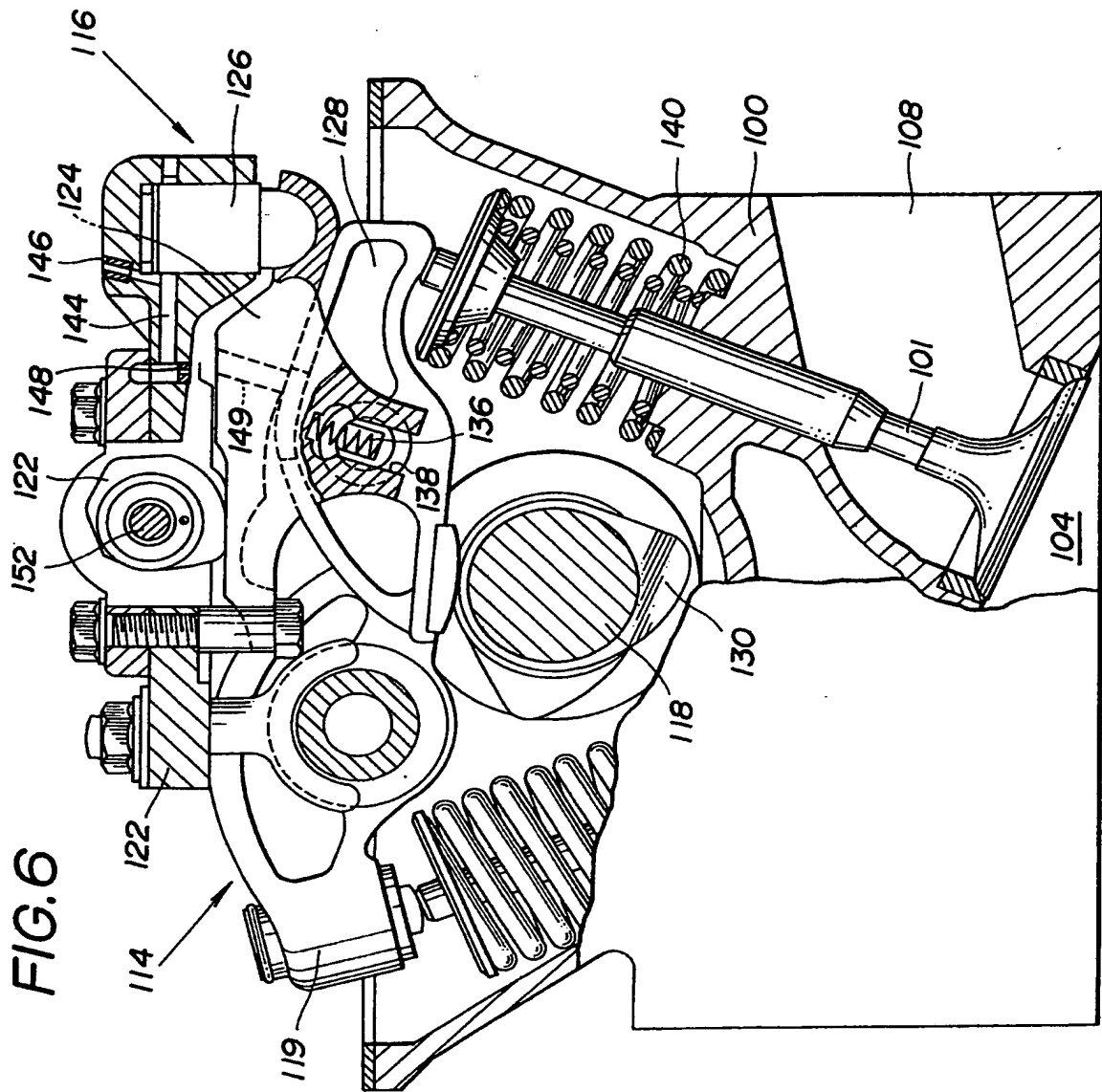


FIG. 14



ORIGINAL INSPECTED

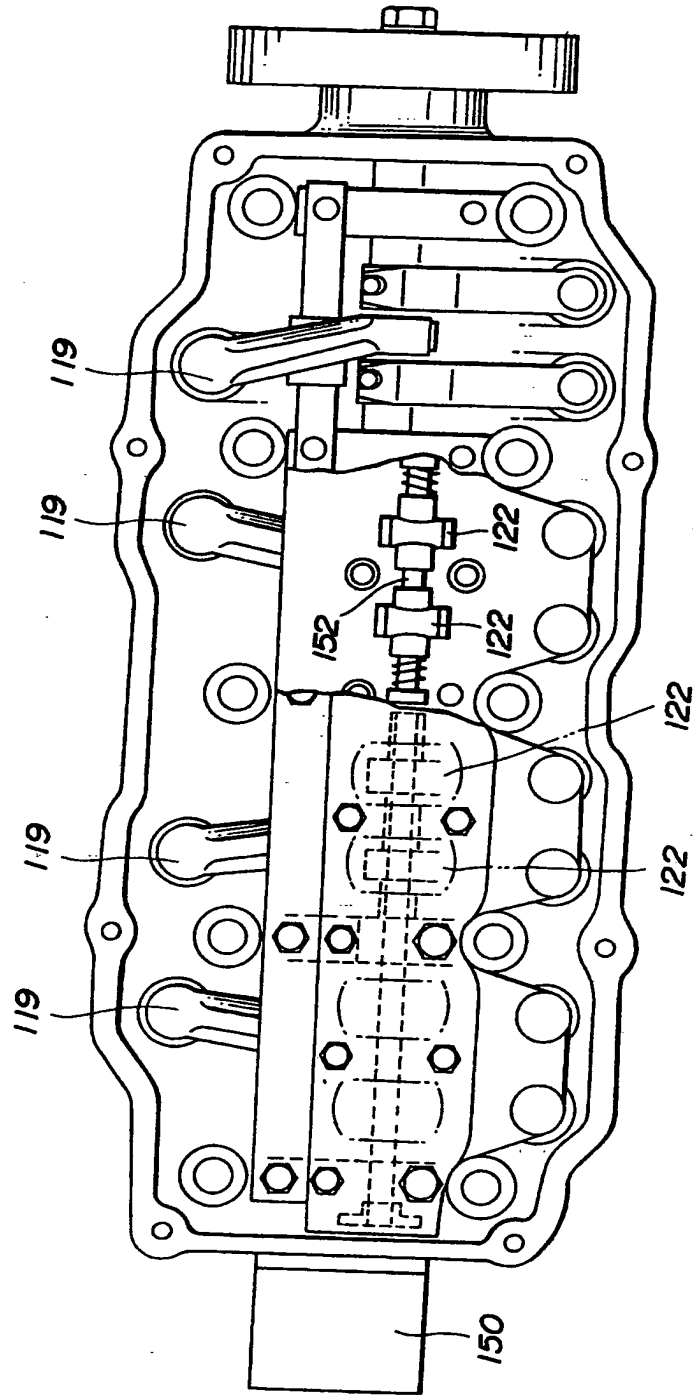
24.08.88



ORIGINAL INSPECTED

24.08.88

FIG. 7



ORIGINAL INSPECTED

24-08-88

FIG.8

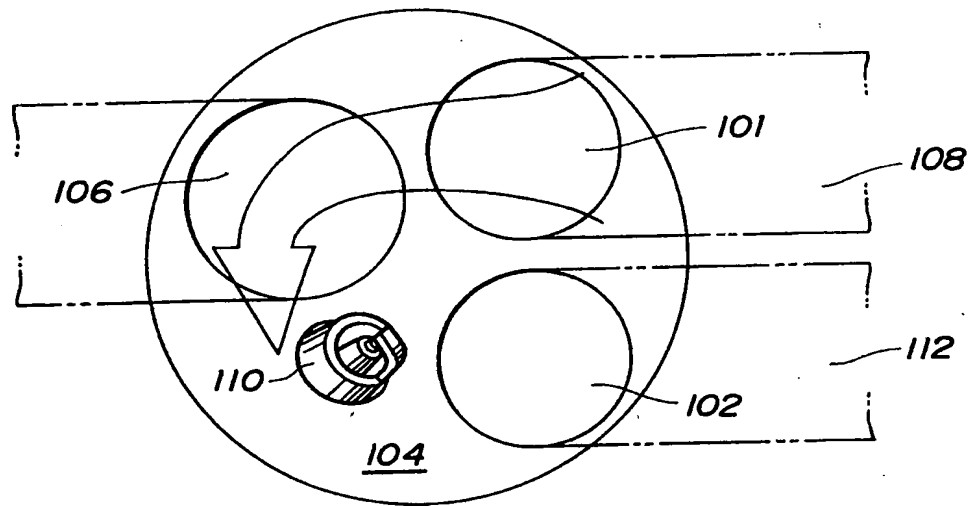
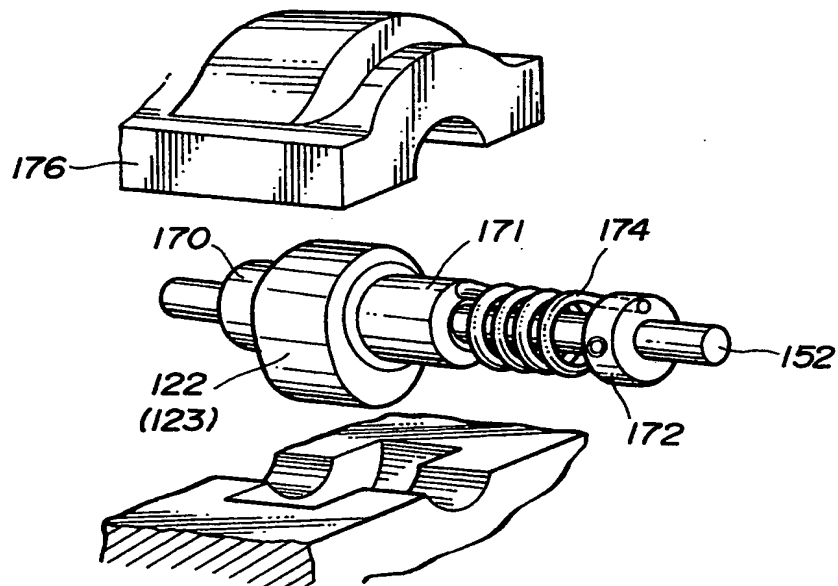


FIG.9



ORIGINAL INSPECTED

24-05-88

FIG.10

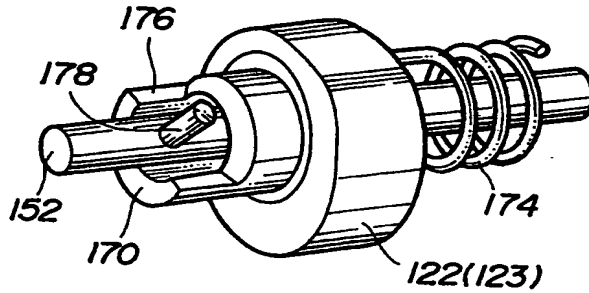


FIG.11

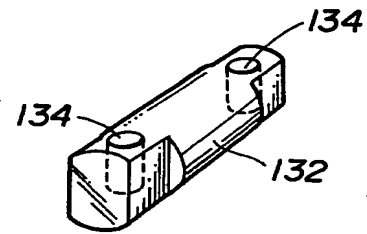
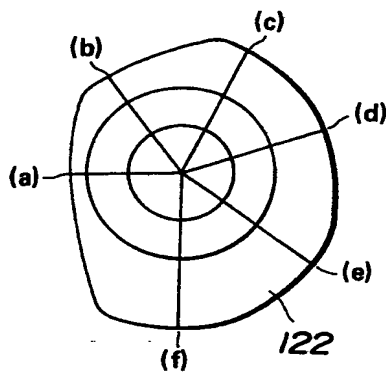
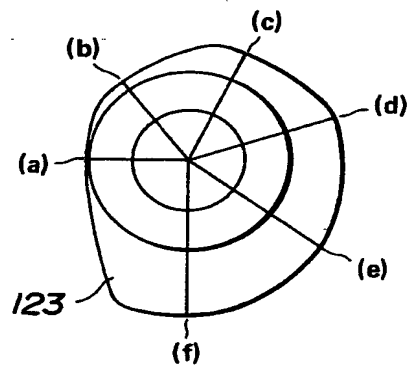


FIG.12



a	-	2.0 mm
b	-	5.0 mm
c	-	8.0 mm
d	-	8.0 mm
e	-	9.4 mm
f	-	10.8 mm

FIG.13



a	-	0.5 mm
b	-	2.0 mm
c	-	5.0 mm
d	-	8.0 mm
e	-	9.4 mm
f	-	10.8 mm

ORIGINAL INSPECTED

24.06.88

FIG.15

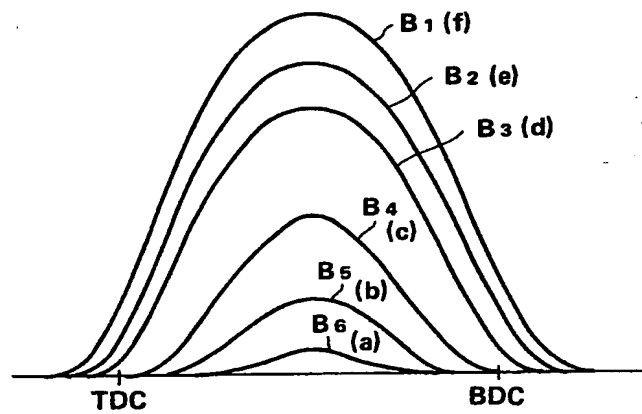
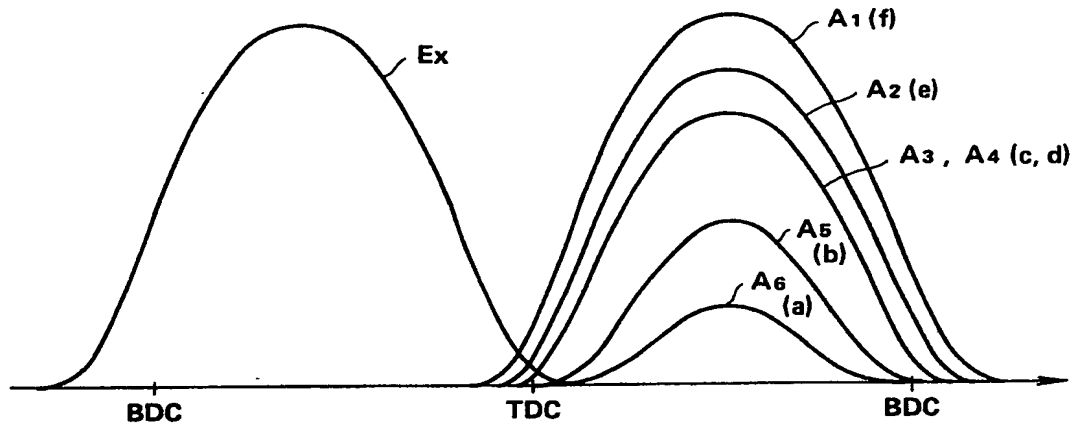
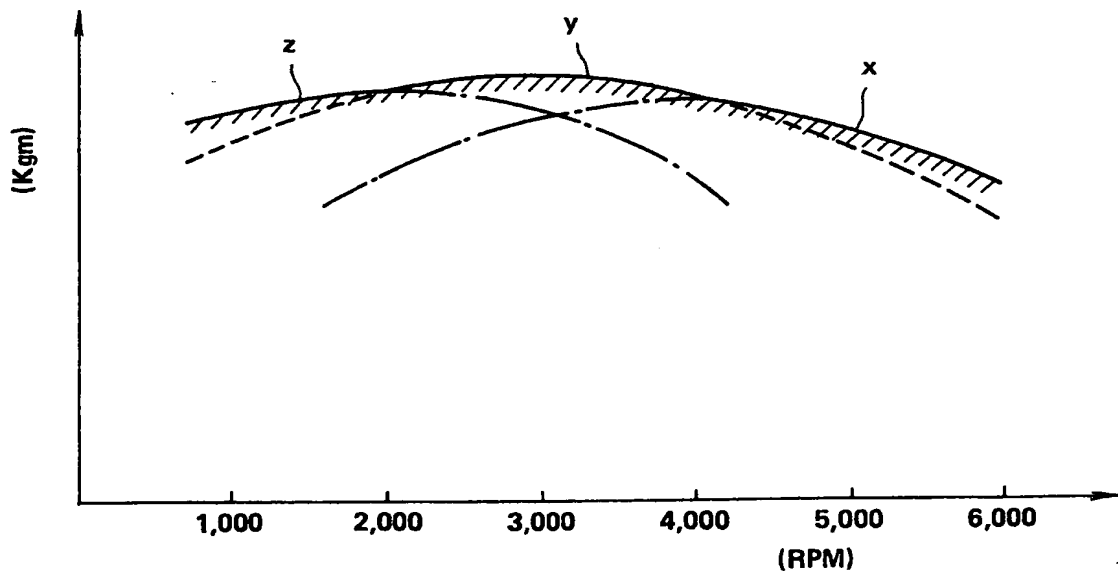


FIG.16



ORIGINAL INSPECTED

24.06.88

FIG.17

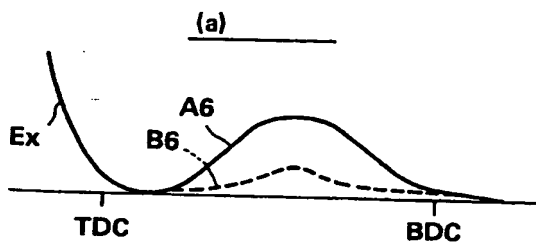


FIG.18

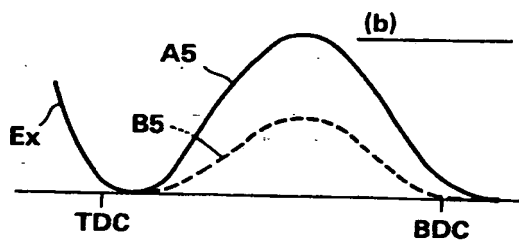


FIG.19

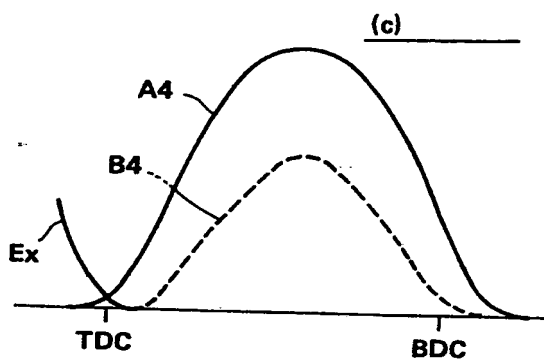


FIG.20

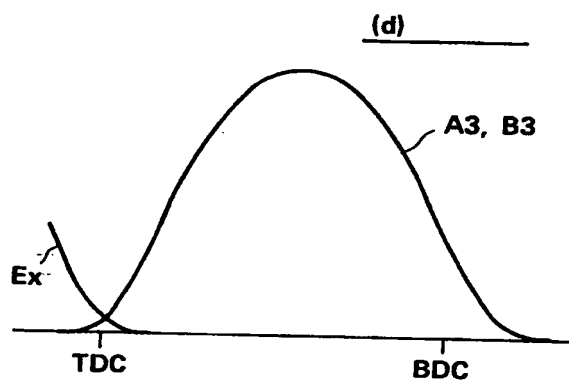


FIG.21

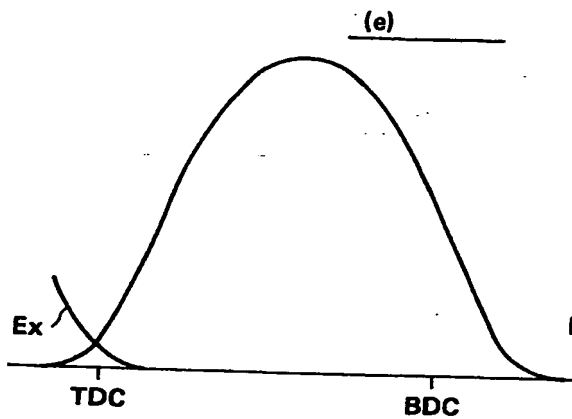
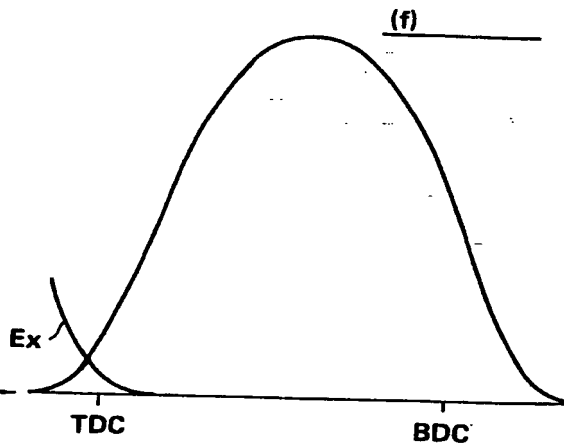


FIG.22



ORIGINAL INSPECTED

24.08.88

FIG.23

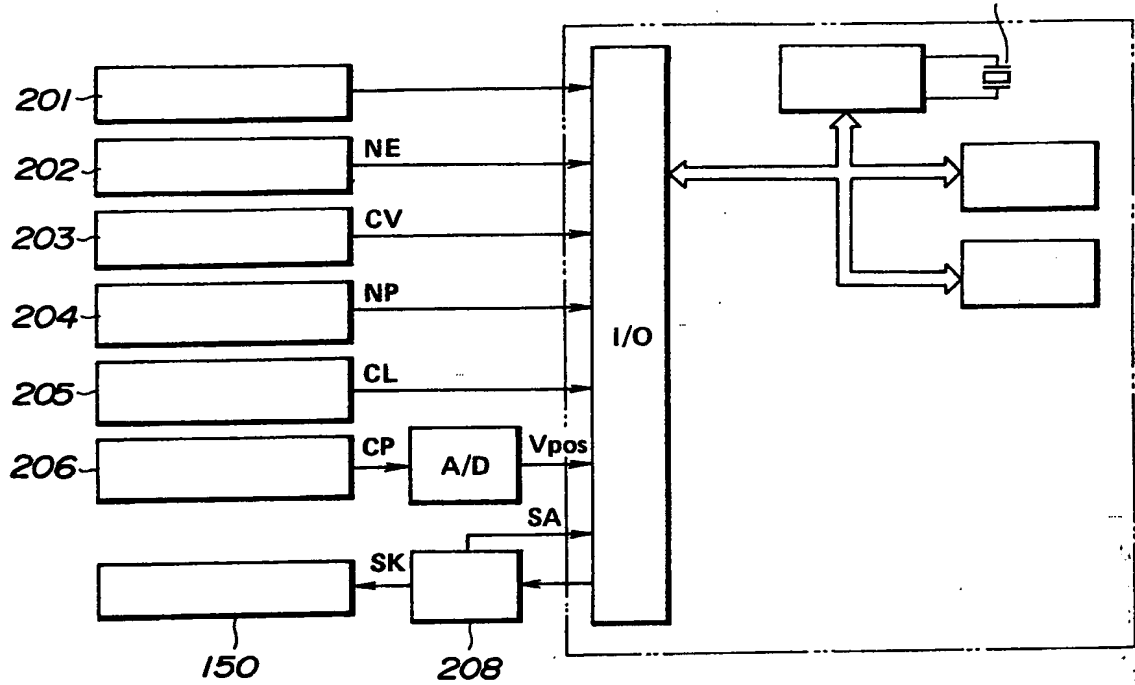
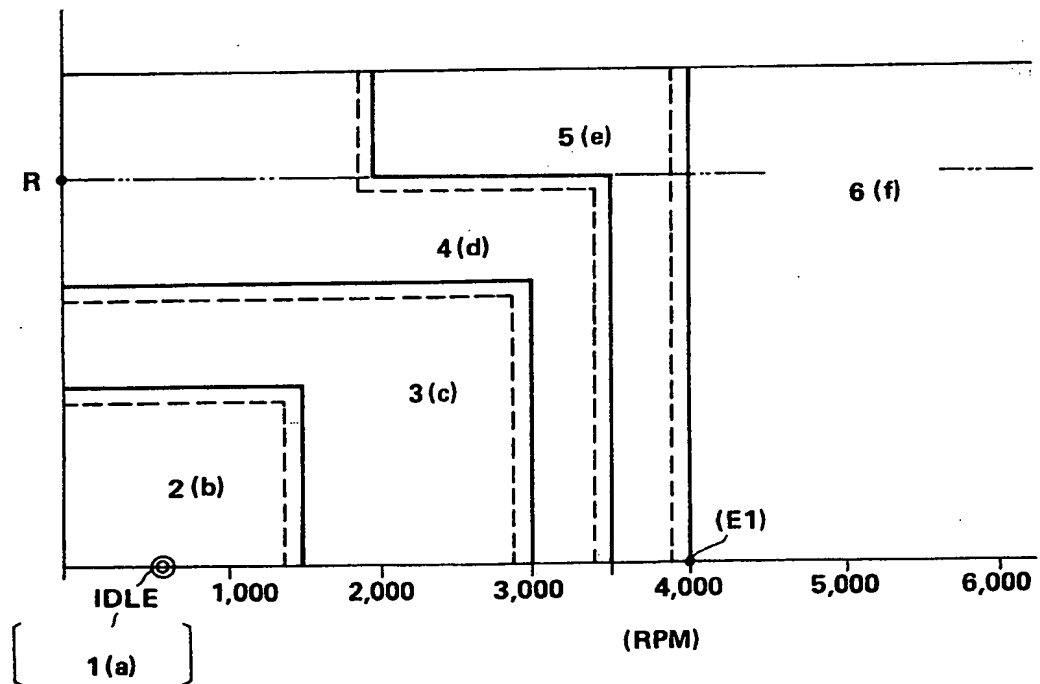


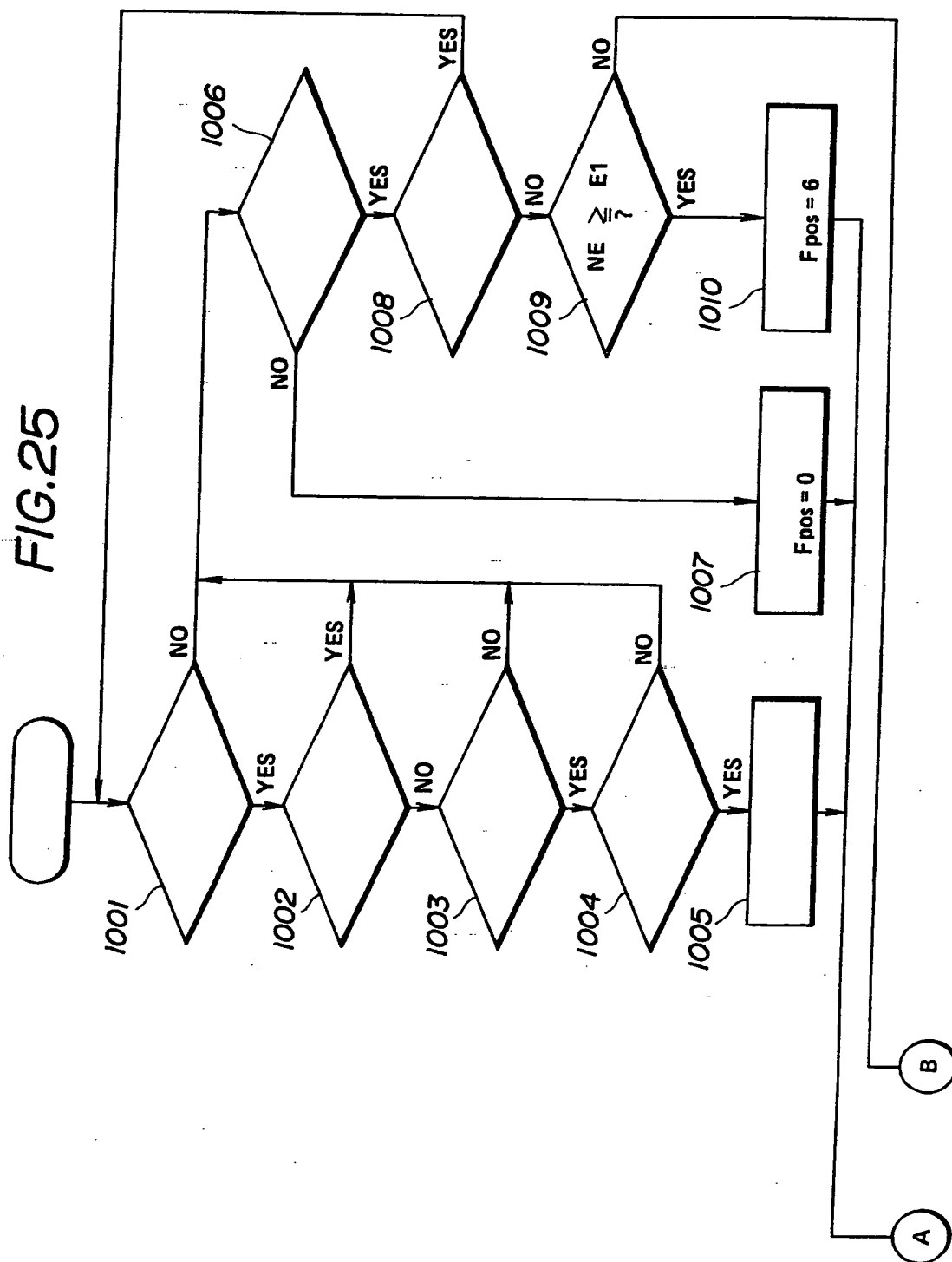
FIG.24



ORIGINAL INSPECTED

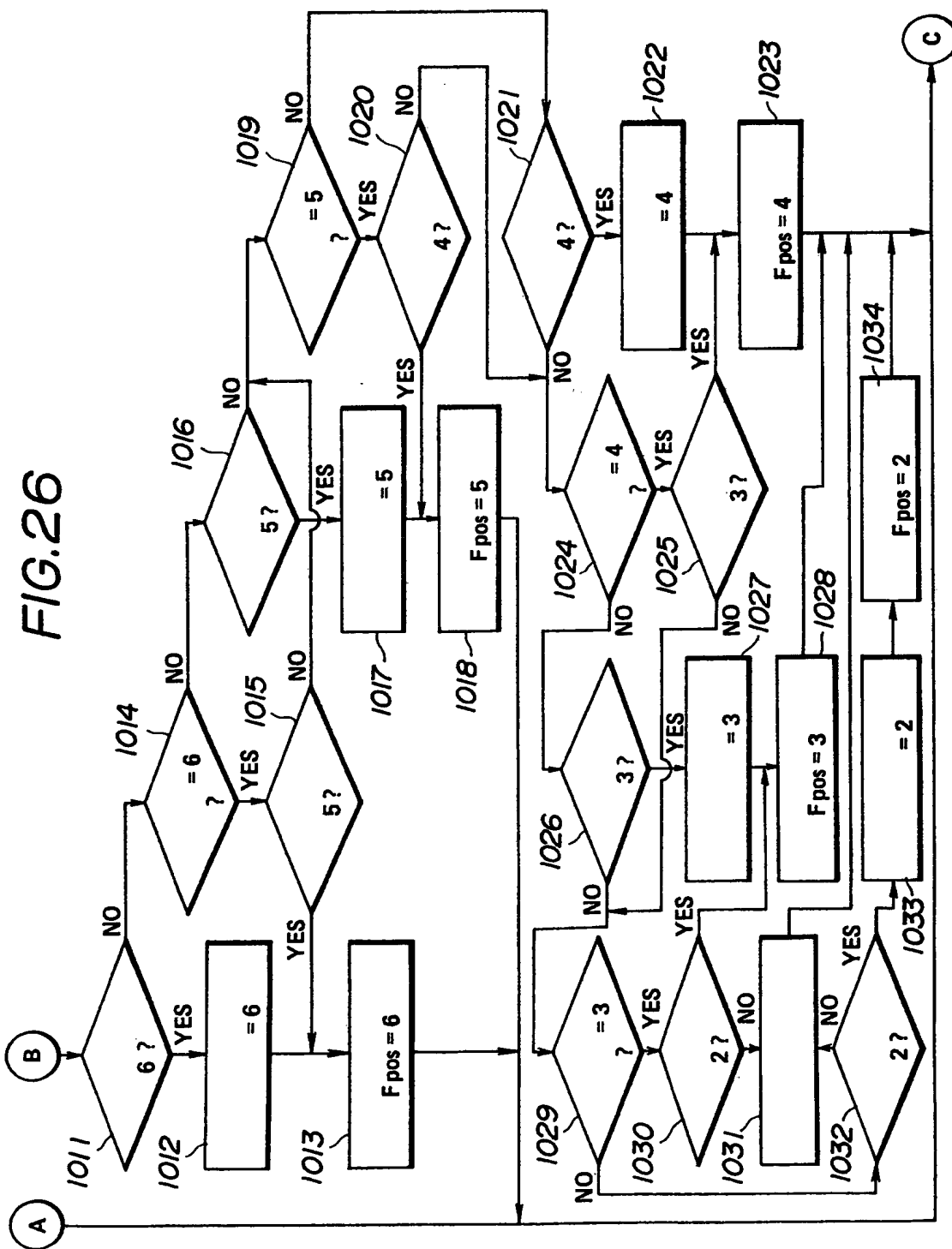
24-08-88

FIG.25



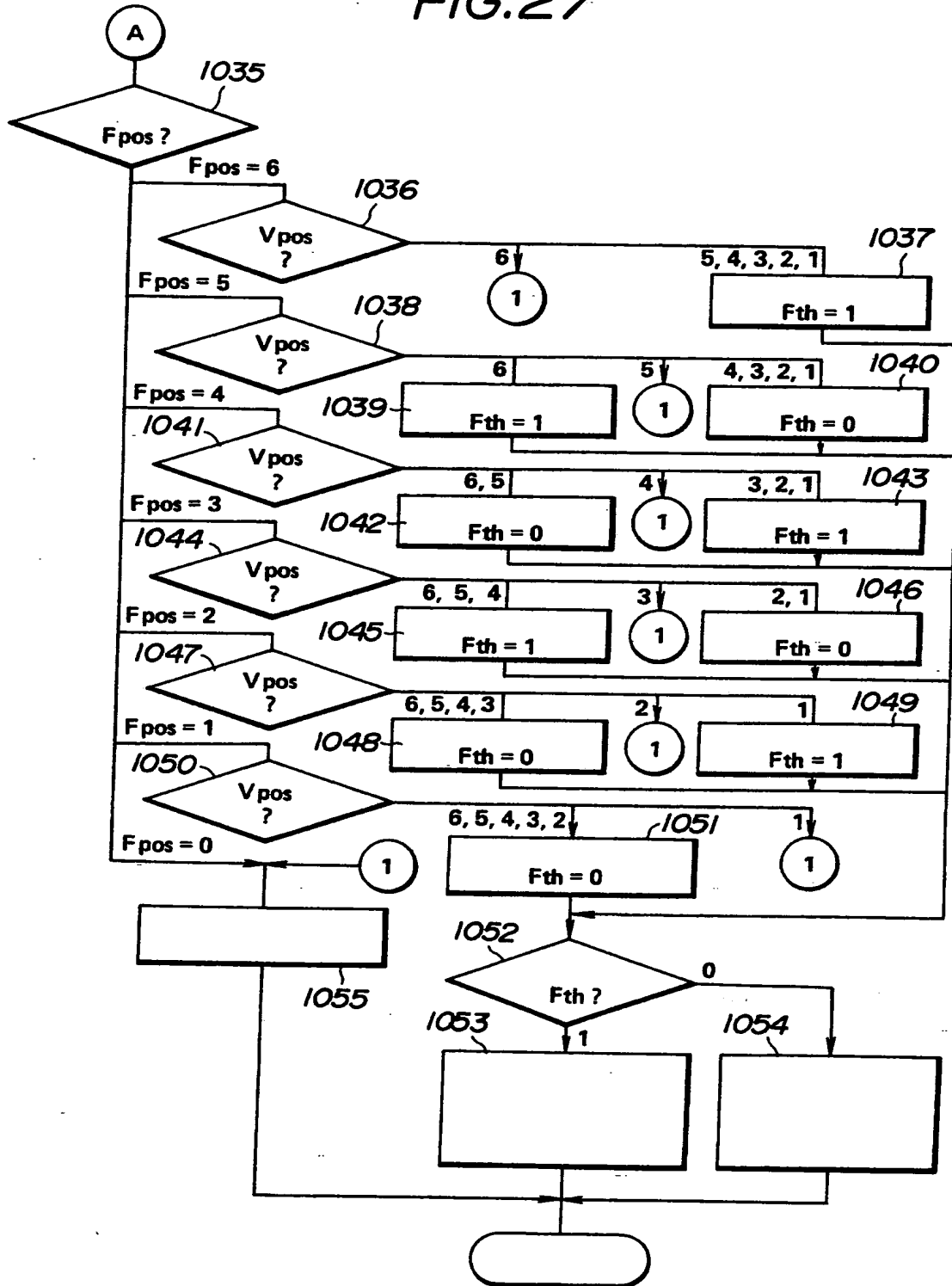
ORIGINAL INSPECTED

24.03.88



24-05-88

FIG.27



ORIGINAL INSPECTED

24-08-88

FIG.28

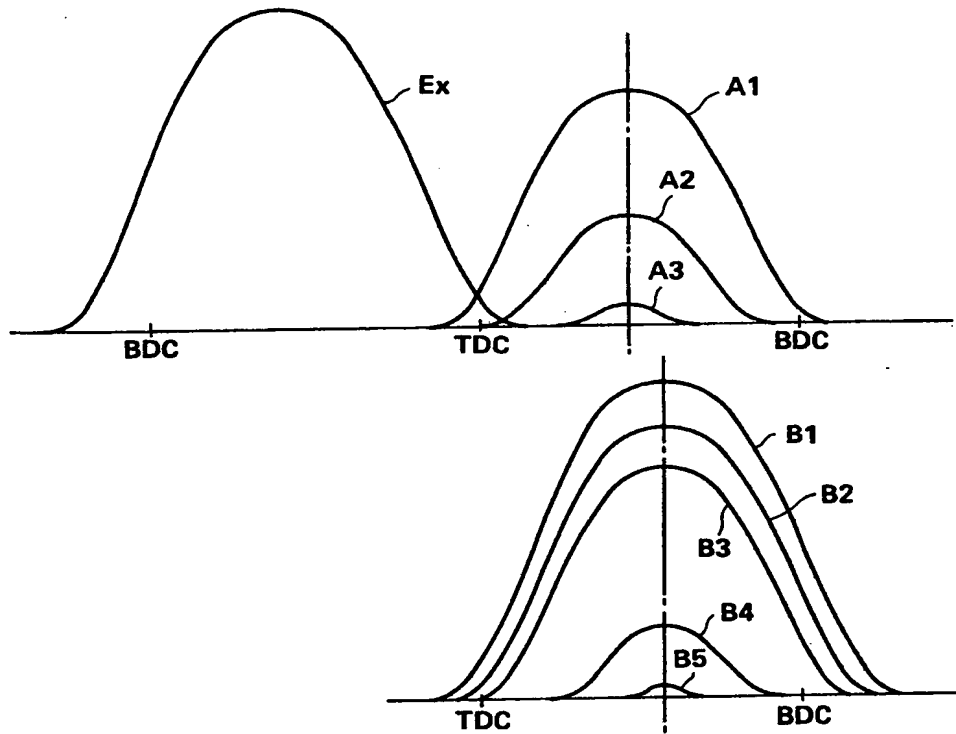
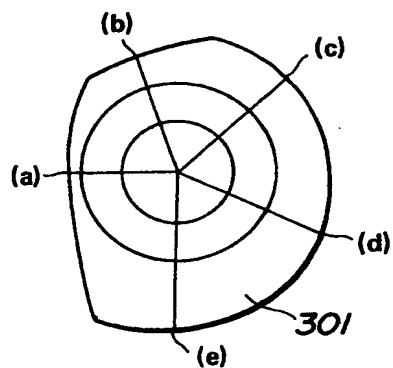
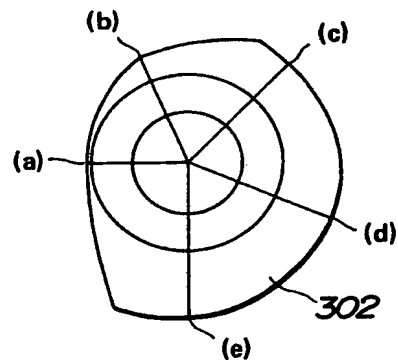


FIG.29



a	1.0 mm
b	4.5 mm
c	8.0 mm
d	8.0 mm
e	8.0 mm

FIG.30



a	0.5 mm
b	3.0 mm
c	8.0 mm
d	9.4 mm
e	10.8 mm

ORIGINAL INSPECTED

24-05-88

FIG.31

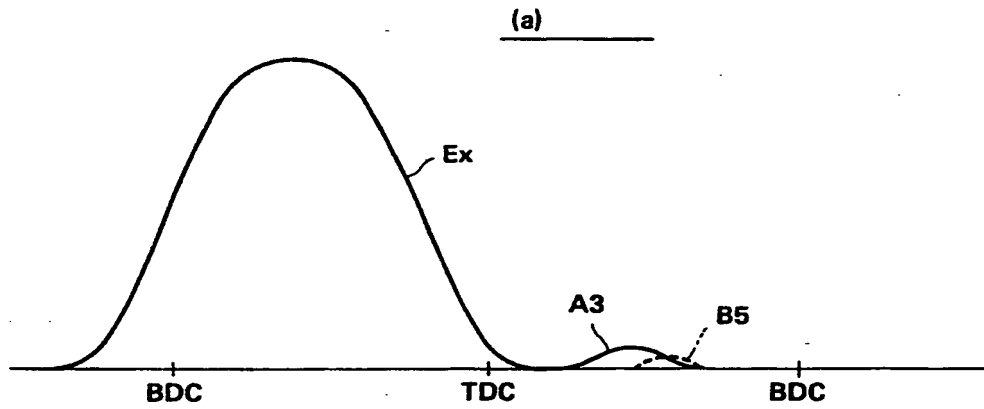


FIG.32

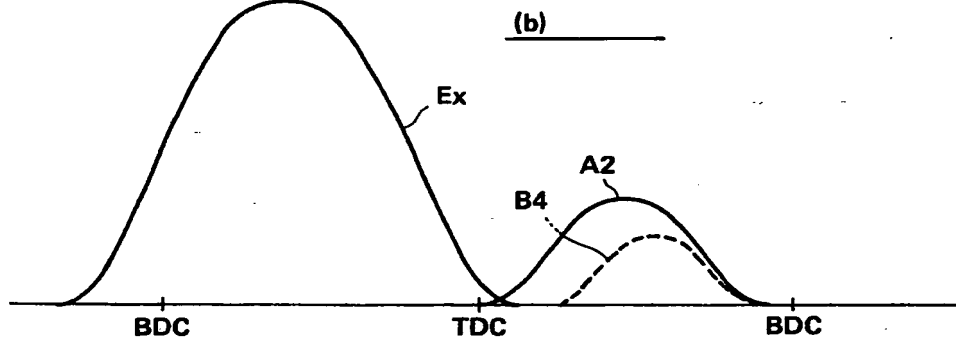
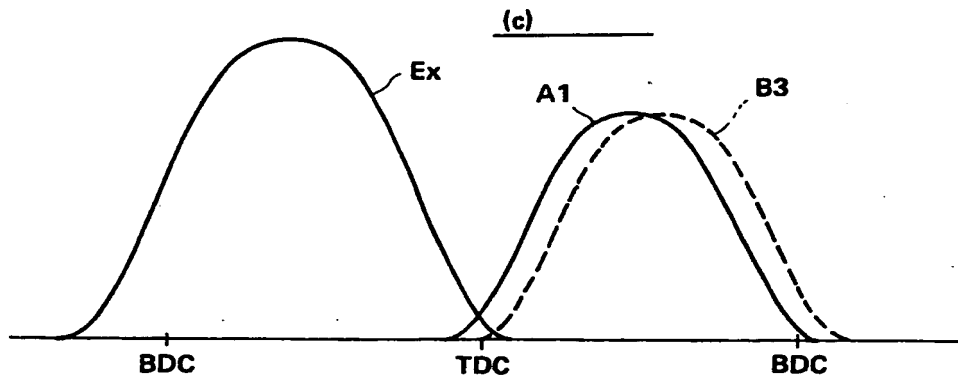


FIG.33



ORIGINAL INSPECTED

24-05-86

FIG.34

(d)

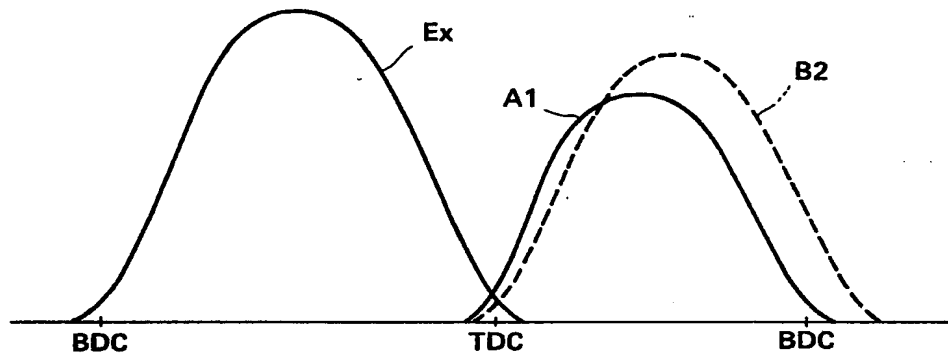
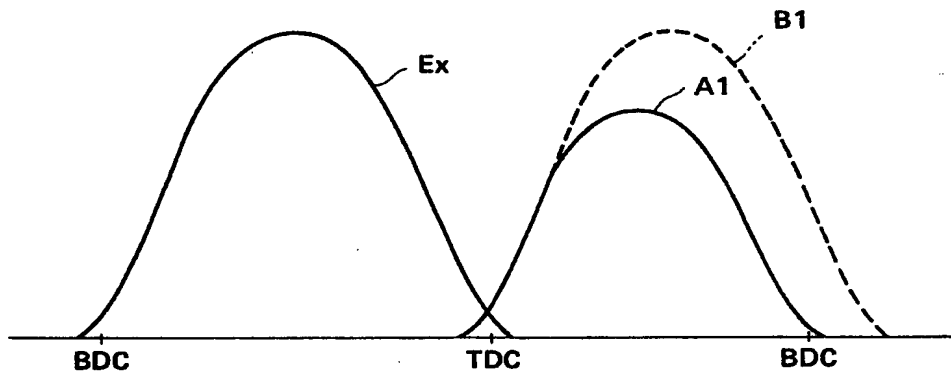


FIG.35

(c)



ORIGINAL INSPECTED

24-08-88

FIG.36

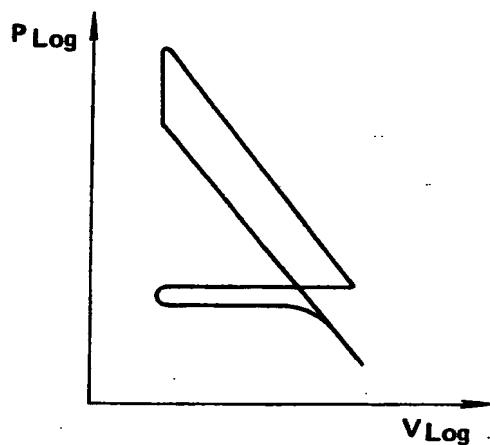
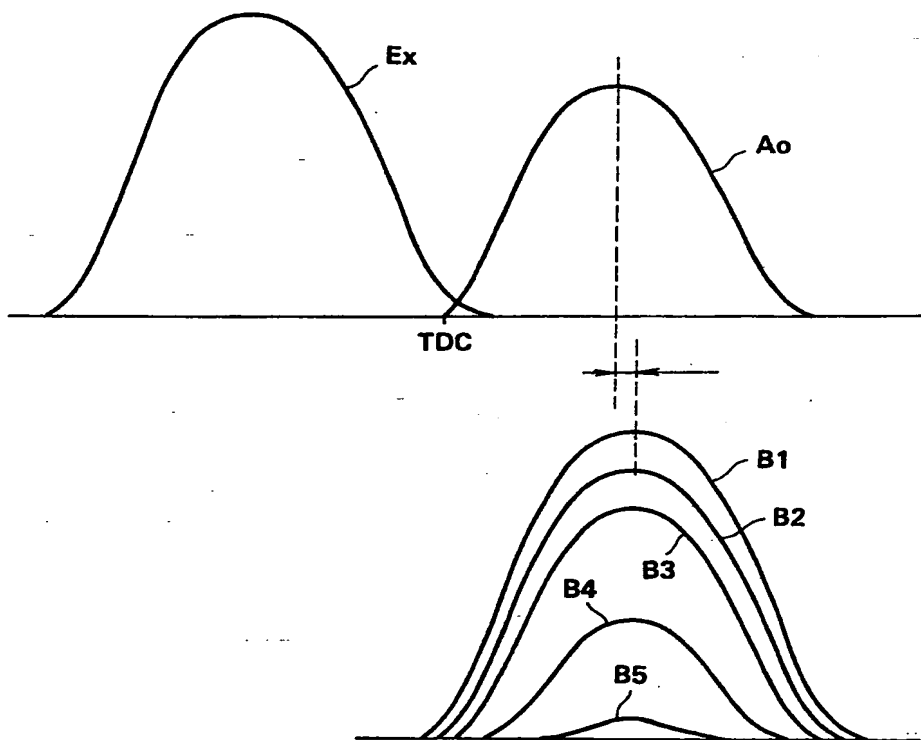


FIG.37



ORIGINAL INSPECTED

24.05.88

FIG.38

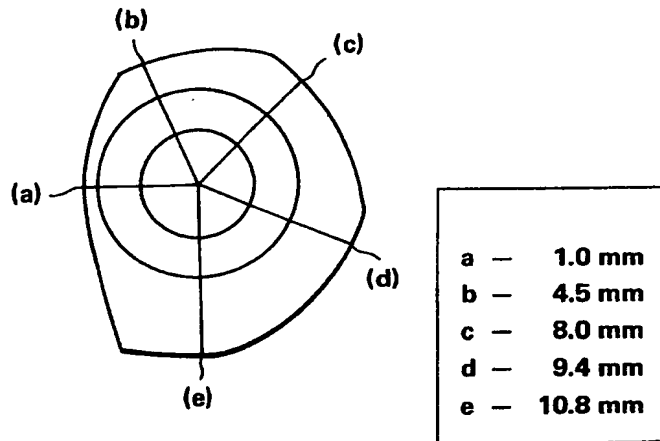


FIG.39

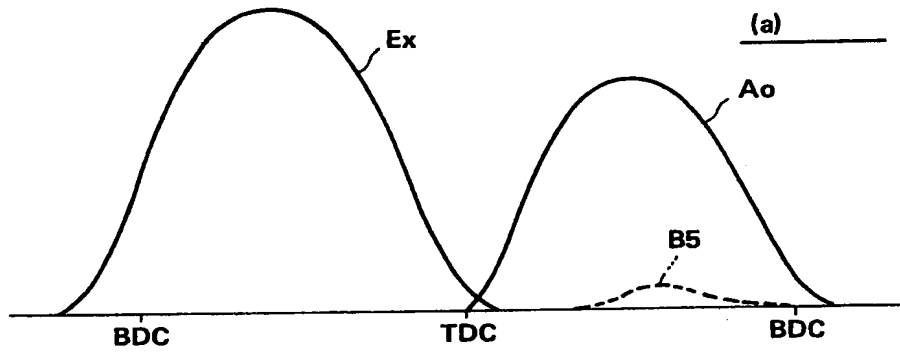
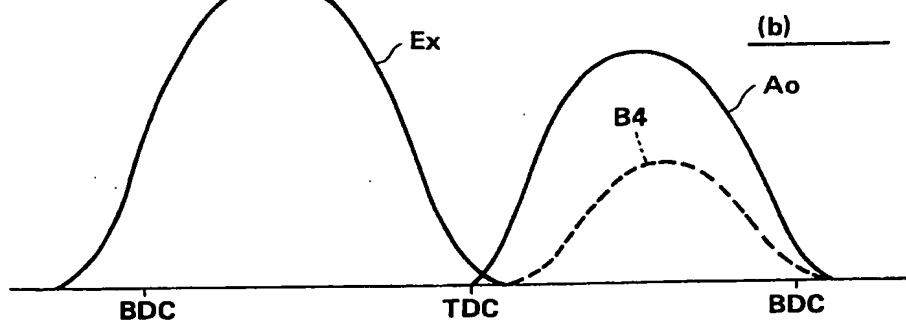


FIG.40



ORIGINAL INSPECTED

24-08-88

FIG.41

(c)

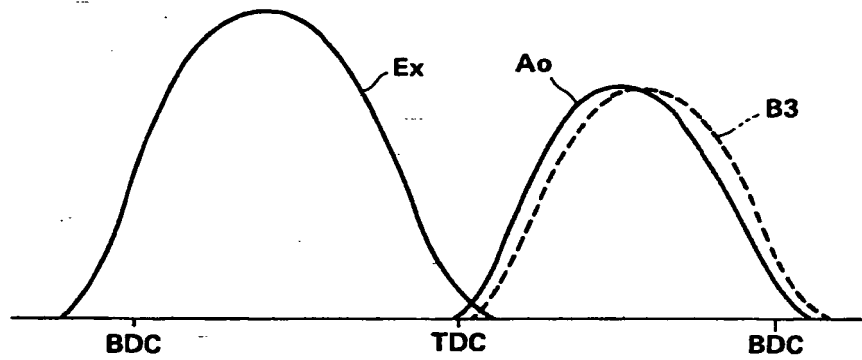


FIG.42

(d)

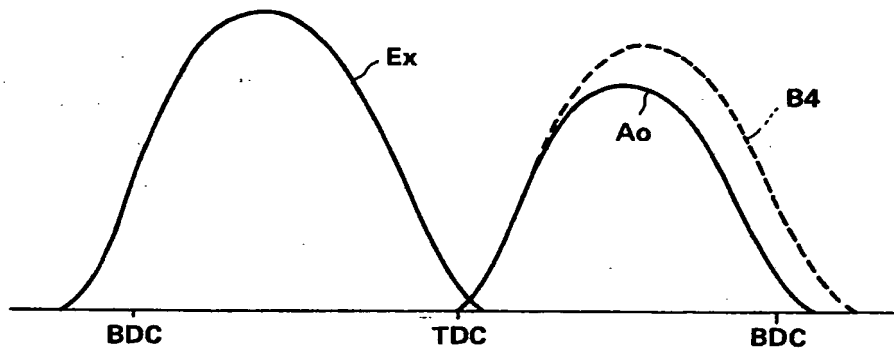
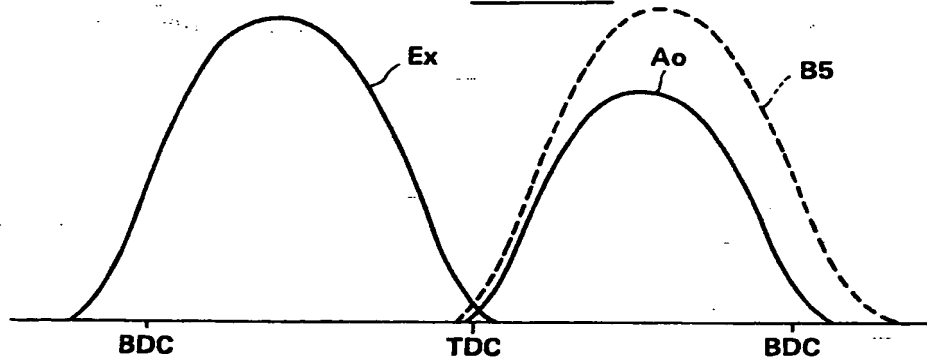


FIG.43

(e)



ORIGINAL INSPECTED